

# 石垣島名蔵湾におけるミドリイシ属サンゴの4才までの成長様式について

|        |   |
|--------|---|
| 著者     | 大滝 千尋   |
| 学位名    | 修士（海洋科学）  |
| 学位授与機関 | 東京海洋大学  |
| 学位授与年度 | 2014  |
| URL    | <a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00001451/">http://id.nii.ac.jp/1342/00001451/</a> |

修士学位論文

石垣島名蔵湾における  
ミドリイシ属サンゴの  
4 才までの成長様式について

平成 26 年度  
(2015 年 3 月)

東京海洋大学大学院  
海洋科学技術研究科  
海洋システム工学専攻

大滝 千尋

# 目次

|  |    |
|--|----|
| 第Ⅰ章 序論.....                            | 4  |
| 1.1 研究の背景.....                         | 4  |
| 1.1.1 造礁サンゴとサンゴ礁.....                  | 4  |
| 1.1.2 石西礁湖北礁におけるサンゴ群集の変動.....          | 5  |
| 1.1.3 石西礁湖北礁におけるミドリイシ属の初期成長に関する研究..... | 6  |
| 1.2 研究の目的.....                         | 8  |
| 第Ⅱ章 方法.....                            | 9  |
| 2.1 調査海域 名蔵湾.....                      | 9  |
| 2.2 調査対象.....                          | 12 |
| 2.2.1 ミドリイシ属.....                      | 12 |
| 2.2.2 ミドリイシの群体形.....                   | 14 |
| 2.2.3 2010 年および 2011 年に着生したミドリイシ属..... | 15 |
| 2.3 調査スケジュール.....                      | 16 |
| 2.4 調査方法.....                          | 17 |
| 2.4.1 一斉産卵.....                        | 17 |
| 2.4.2 定点の設置.....                       | 17 |
| 2.4.3 1 才ミドリイシの特定.....                 | 21 |
| 2.4.4 追跡調査.....                        | 24 |
| 2.5 解析方法.....                          | 27 |
| 2.5.1 最大直径・樹枝の長さの計測.....               | 27 |
| 2.5.2 形状分類.....                        | 28 |
| 2.5.3 種同定.....                         | 29 |
| 第Ⅲ章 結果.....                            | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1 特定した1才ミドリイシの群体数 .....              | 31 |
| 3.2 群体数の推移 .....                       | 32 |
| 3.2.1 2010年着生ミドリイシ .....               | 32 |
| 3.2.2 2011年着生ミドリイシ .....               | 36 |
| 3.3 生残率 .....                          | 39 |
| 3.3.1 2010年着生ミドリイシ .....               | 39 |
| 3.3.2 2011年着生ミドリイシ .....               | 41 |
| 3.3.3 着生から24月後で12mm未満の群体 .....         | 43 |
| 3.4 ミドリイシの成長 .....                     | 44 |
| 3.4.1 2010年着生ミドリイシにおける1才時サイズ別の成長 ..... | 44 |
| 3.4.2 2011年着生ミドリイシにおける1才時サイズ別の成長 ..... | 47 |
| 3.4.3 ミドリイシの形状の変化 .....                | 49 |
| 3.5 同定結果 .....                         | 52 |
| 3.6 種別の成長 .....                        | 54 |
| 3.6.1 タチハナガサミドリイシの成長 .....             | 54 |
| 3.6.2 ハナガサミドリイシの成長 .....               | 57 |
| 3.6.3 ハナバチミドリイシの成長 .....               | 60 |
| 3.6.4 クシハダミドリイシの成長 .....               | 63 |
| 3.6.5 ウスエダミドリイシの成長 .....               | 64 |
| 3.6.6 樹枝状ミドリイシの成長 .....                | 65 |
| 第IV章 考察 .....                          | 70 |
| 4.1 ミドリイシの生残について .....                 | 70 |
| 4.1.1 ミドリイシ属全種の生残 .....                | 70 |
| 4.1.2 ミドリイシの1才のサイズと生残の関係性 .....        | 71 |
| 4.1.3 一斉産卵から24月後で12mm未満の群体について .....   | 71 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 4.2 ミドリイシの成長に伴う形状の変化..... | 72 |
| 4.3 幼期のミドリイシのサイズ.....     | 74 |
| 4.4 ミドリイシの種別の成長について ..... | 77 |
| 4.4.1 タチハナガサミドリイシ.....    | 77 |
| 4.4.2 ハナガサミドリイシ .....     | 79 |
| 4.4.2 ハナバチミドリイシ .....     | 83 |
| 4.4.2 ミドリイシ3種の比較 .....    | 84 |
| 第V章 結論.....               | 85 |
| 謝辞 .....                  | 86 |
| 引用文献.....                 | 88 |
| 参考資料.....                 | 91 |

# 第 I 章 序章

## 1.1 研究の背景

### 1.1.1 造礁サンゴとサンゴ礁

造礁サンゴ(以下, サンゴ)は, 刺胞動物門 *Phylum Cnidaria* の 3 綱のうち, 花虫綱 *Class Anthozoa* とヒドロ虫綱 *Class Hydrozoa* に属しており, 110 属 800 種ほどからなる。大部分は, 花虫綱六方サンゴ亜綱 *Subclass hexactinia* のイシサンゴ目 *Order Scleractinnia* に含まれ, 八重山諸島から奄美大島に至るサンゴ礁海域の造礁サンゴの種数は 415 種と考えられている(西平 2004, 西平&Veron 1995)。

サンゴは, 体内に褐虫藻 *Zooxanthellae* を共生させ, 褐虫藻の光合成で生成された有機物を栄養源として利用することにより, 貧栄養である熱帯・亜熱帯海域において活発に成長することができる(Birkeland 1997)。また, 光合成産物(有機物)の一部は体外へ排出されるため, サンゴ礁生態系の基礎生産者として重要な役割を持っている(野島 2006)。

成長するにつれて大量に生産されていく石灰質の骨格がサンゴの死後も塊として海中に残り, 他の石灰質を持つ生物の遺骸とともに大きな岩塊状の地形, すなわちサンゴ礁を形成する。サンゴ礁は, その複雑な立体構造により, 熱帯・亜熱帯の浅海域における生物多様性と豊かな生態系を支えている(English et al.1997, 土屋 1996)。また,

台風や風によって起こる波浪を沖合で食い止め、島の海岸線を侵食から守る天然の防波堤の役割をしている（野島 2006）。

しかし、近年、白化現象、オニヒトデによる食害、赤土汚染、水質の悪化等の環境ストレスによって、世界各地のサンゴ礁が激減している (Belkermans *et al.*, 2004; Nakano *et al.*, 2004)。この中でも、海水温上昇によるサンゴの白化現象が深刻な問題となっている。急激な環境変化(塩分・紫外線・高水温)のように、サンゴにストレスを与えると褐虫藻との共生が困難なものとなり、褐虫藻を体外へ放出する。サンゴの組織は色素をほとんど持たない上に薄いため、褐虫藻が抜けてしまうと、石灰質の白色の骨格が透けて見える。この状態を、サンゴの白化と呼ぶ。白化直後ではサンゴは生きているが、白化状況が長時間持続するとサンゴは死亡に至る (Douglas 2003)。1998 年の夏に、この白化現象が世界規模で発生し、日本各地においても、サンゴ群集に大きな被害を与えた。

#### 1.1.2 石西礁湖北礁におけるサンゴ群集の変動

沖縄県石垣島と西表島の間(南北 25km, 東西 30km)に広がる日本最大のサンゴ礁である石西礁湖は、日本の黒潮海流におけるサンゴ幼生の主供給源と推測されている (Okamoto 2005)。しかし、石西礁湖においても、1998 年に広範囲で白化が見られ、礁湖内に生育するミドリイシ属サンゴ(以下、ミドリイシ)のうち、全体の 40%が死滅し、サンゴ群集の全存量が 8%低下した(海中公園センター 2000)。その後、2001 年の白化で石西礁湖のサンゴ群集の 29.1%が白化し、3.5 %が死滅した(環境省 2004) その後、2003 年、

2007 年と断続的な白化が続いている。

石西礁湖の北礁では、1998 年の白化で大きな被害を受けたが、その影響によって一斉に死滅したのではなく、その後の 2001 年、2003 年で起きた白化を経て、断続的に死滅していき、2003 年の白化後には大型群体がほぼ全滅した（秋本 2007）。しかし、その 2003 年の時点で小型（最大直径 10～20 cm）のミドリイシが散見された。その後、北礁ではクシハダミドリイシ *Acropora hyacinthus* を中心とした新規加入があり、それらは、2007 年に起きた白化の影響を受けずに成長し、2010 年には再びクシハダミドリイシを中心とするサンゴ群集が、1998 年の白化から約 10 年で再生した。

### 1.1.3 石西礁湖北礁におけるミドリイシ属サンゴの初期成長に関する研究

石西礁湖北礁で発生した、サンゴ群集の一連の死滅-再生過程の解明を行うことは、石西礁湖全域で起きた 1998 年以降のサンゴ群集の変動を理解し、今後の白化、保全、再生を考えるうえで重要である。また、これら一連の死滅-再生過程は、2003 年に確認された小型のミドリイシが発端であると考えられる。従って、再生の開始時期を推定するために、ミドリイシが 2003 年のサイズに成長するまでに要する期間を解明する事が必要であった。しかし、人工基盤上に育った幼期のミドリイシの成長の知見は得られているが、自然界に生育するミドリイシの 1 才からの成長は、未だに明らかになっていない。そこで、石西礁湖北礁において、1 才のミドリイシを対象とした群体識別追跡が行われ、3 種のミドリイシの 1-5 才の成長が解明された（糠信 未発表）。この結果、2003



年に確認された小型のミドリイシの加入時期の特定が可能となった。

北礁に生育する3種のミドリイシ(クシハダミドリイシ, ハナガサミドリイシ *Acropora nasuta*, コユビミドリイシ *Acropora digitifera*)の幼期の成長は解明されたが, 日本に生育するミドリイシ全70種のうち, 幼期の成長が解明されたミドリイシは, この3種のみである。また, ミドリイシの主な群体形である, テーブル状, コリンボース状, 樹枝状, の3形状の内, テーブル状(クシハダミドリイシ, ハナバチミドリイシ), コリンボース状(ハナガサミドリイシ)についての知見は得られたが, 樹枝状についての知見は得られなかった。

## 1.2 研究の目的

そこで、石垣島に位置する名蔵湾という海域に着目した。名蔵湾は、内湾性であるため、波の影響を受けにくい海域である。そのため、多種のミドリイシが豊かに生育しており、特に、樹枝状のミドリイシが多い。そのため、名蔵湾において、ミドリイシを1才から群体識別して成長の観察を行うことにより、樹枝状のミドリイシを含む、より多くの種の成長過程を明らかにすることができると考えた。

本研究では、名蔵湾に生育する1才と判断したミドリイシの群体識別追跡を行い、4才までの成長と生残の実態を解明する事を目的とした。

## 第Ⅱ章 方法

### 2.1 調査海域 名蔵湾

名蔵湾は、縄県石垣島西岸に位置している、湾口が約 6km に渡る石垣島で最も広い湾である。石垣島を含む八重山諸島海域は、黒潮の上流域に位置しているため、沖縄本島など高緯度地域へのサンゴ幼生供給源となっている可能性が高い。そのため、日本近海のサンゴ群集を支える重要な役割を担っていると考えられる。その中でも、名蔵湾は外洋からの波浪やうねりの影響を受けにくいいため、静穏な海域となっている。また、名蔵川が接続しており、降雨時には農地からの赤土が流入し、陸域からの負荷が大きい特徴がある。

調査は、名蔵川河口西側に位置する St. 5 (24° 24.34' N, 124° 07.48' E) にて、水深 3.3-5.0m、東西 15m 南北 38m の範囲内で行った (Fig. 2-1)。

St. 5 は、砂地に小型のサンゴ礁が点在している海域であり、サンゴはその点在するサンゴ礁の上に生育している (Fig. 2-2)。また、ミドリイシ属サンゴが優占して生育している海域であり、テーブル状およびコリンボース状だけではなく、枝状ミドリイシも豊富に生育している (Fig. 2-3)。タチハナガサミドリイシ *Acropora selago* クシハダミドリイシ *Acropora hyacinthus* ヒメマツミドリイシ *Acropora aspera* が名蔵湾に生育するミドリイシ属サンゴの中でも特に優占している (2014 齊藤)。

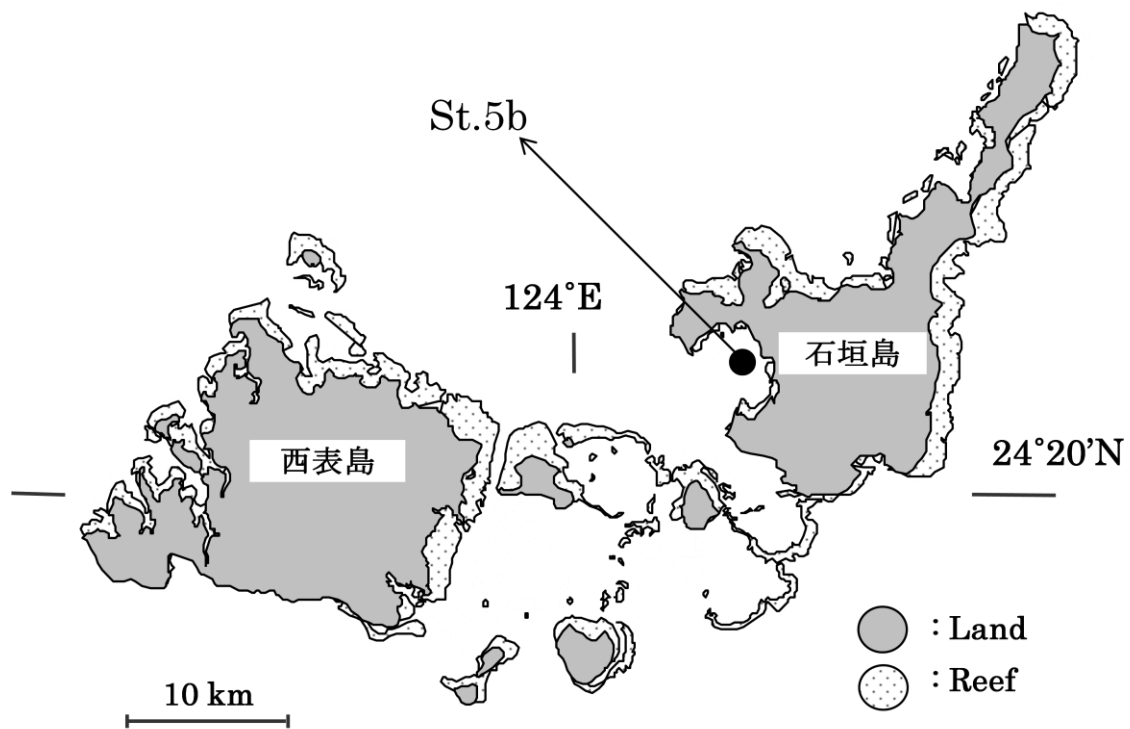


Fig. 2-1 石垣島名蔵湾 St. 5

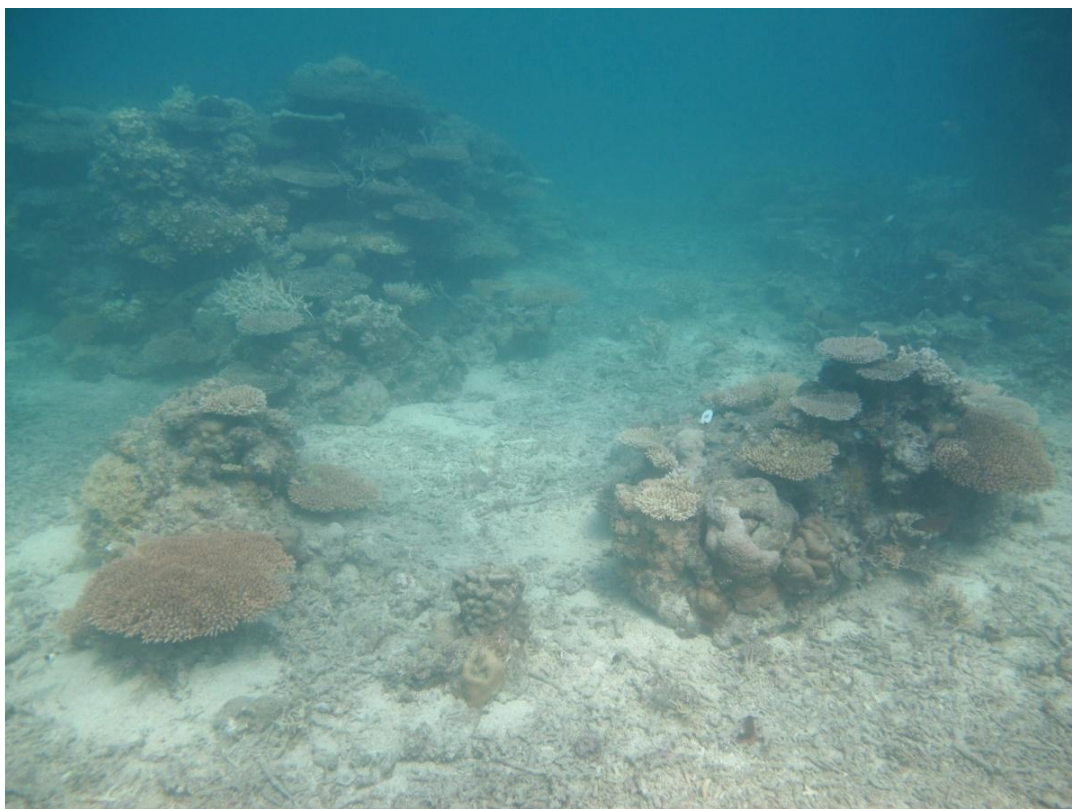


Fig2-2 St. 5 の様子 砂地に小型のサンゴ礁が点在する



Fig. 2-3 St. 5の様子 枝サンゴが豊富に見られる

## 2.2 調査対象

### 2.2.1 ミドリイシ属

本研究の調査対象は、ミドリイシ科 **Family *Acroporidae*** ミドリイシ属 **Genus *Acropora*** に属するサンゴである。サンゴの中でも、インド・太平洋のサンゴ礁で最も種類数が多く、量的にも優占しておりサンゴ礁の景観形成に重要な役割を果たしている。この属には、少なくとも 150 種が知られており、日本周辺海域には 77 種が分布している（西平&Veron 1995）。

また、ミドリイシのほとんどが雌雄同体で配偶子放出型、一斉産卵による有性生殖を行う (Fig. 2-4)。一斉産卵後、サンゴは複数の卵と精子がひと塊に詰まったバンドルを大量に放出する。バンドルは海面付近ではじけ、受精する。この時、2 時間以内に受精しないと精子と卵は死んでしまう。そして受精卵は約 36-48 時間でウラヌラ幼生となり海中をさまよい広範囲に分散し、3-7 日のうちにリーフ上の小さな穴や、岩の裂け目に着生してポリプとなる（Babcock R. C・Heyward A. J 1986）。

ミドリイシは群体性の動物で、ポリプが無性的に分裂し、同じ遺伝子を持ったクローン個体で構成される群体を形成する。ポリプ自身は柔軟な軟体組織で構成されているが、ポリプの基部に石灰質の骨格をもち、体外にこの石灰質を分泌することで、平面的にあるいは立体的に成長を続ける（野島 2006）。また、自然状態では、群体の一部が破壊されて欠損することがしばしばあるが、構成単位のポリプが含まれているかぎり成長を

続けることができる（西平 1995）。

名蔵湾において、ミドリイシ属は初夏(5-6 月)の満月前後の夜に一斉産卵を行う（ヤップ 2008）。そのため着生時期や年齢の推定が行いやすい。しかし、着生後間もないサンゴは小さな穴や岩の裂け目に着生している上、非常に小さいため、目視する事は難しい。そのため、サンゴ幼生は目視できる大きさ(10mm 程度)になるまで、1 年以上必要である（Banks・Harriott 1996）。石西礁湖では、視認できるサイズになるまで 10 - 16 ヶ月要すると報告されている（毛塚 2007）。



Fig. 2-4 ミドリイシの一斉産卵



### 2.2.2 ミドリイシの群体形

ミドリイシ属の基本的群体形は塊状と樹枝状であるが、それが様々に修飾あるいは変形する事によって、きわめて多様な群体形が形成される(西平&Veron 1995)。名蔵湾においては、(1)樹枝状 (2)テーブル状 (3)コリンボース状 の群体形が確認された (Fig. 2-5)。



(1)

(2)



(3)

Fig. 2-5 名蔵湾におけるミドリイシ属サンゴの主な群体形



### 2.2.3 2010 年および 2011 年に着生したミドリイシ属

本研究では，2010 年 5 月 27 日の一斉産卵で生まれたミドリイシを対象として調査を行った。石西礁湖内では，人工基盤上に生育した一斉産卵 13 ヶ月後の最大直径が，2.8 - 11.8 mm（平均 7.6 ± 標準偏差 2.4 mm）であった（Okamoto 2010）。名蔵湾と石西礁湖は近隣海域（距離約 5km）のため，ミドリイシの成長量はほぼ同じと推測し，本研究では，最大直径が 12 mm 未満の群体を 1 才ミドリイシとして扱った (Fig. 2-6)。



Fig. 2-6 1 才ミドリイシ

## 2.3 調査スケジュール

Table. 2-1 調査日時の概略(2010 着生ミドリイシ)

| 調査内容               | 調査日程                              | 一斉産卵後の月数 |
|--------------------|-----------------------------------|----------|
| 一斉産卵               | 2010 年 5 月 27 日                   | 0        |
| 定点の設置と 1 オミドリイシの特定 | 2011 年 6 月 6-9 日                  | 12       |
| 群体識別追跡調査           | 2011 年 11 月 7-11 日                | 17       |
|                    | 2012 年 5 月<br>23, 26, 27, 29-31 日 | 24       |
|                    | 2012 年 10 月 6-9 日                 | 28       |
|                    | 2013 年 5 月<br>23-25, 27, 29 日     | 36       |
|                    | 2013 年 10 月 10, 11 日              | 40       |
|                    | 2014 年 6 月 7, 8, 13 日             | 48       |
|                    | 2014 年 11 月 21, 22 日              | 53       |

Table. 2-2 調査日時の概略(2011 着生ミドリイシ)

| 調査内容               | 調査日程                              | 一斉産卵後の月数 |
|--------------------|-----------------------------------|----------|
| 一斉産卵               | 2011 年 5 月 16 日                   | 0        |
| 定点の設置と 1 オミドリイシの特定 | 2012 年 5 月<br>23, 26, 27, 29-31 日 | 12       |
| 群体識別追跡調査           | 2012 年 10 月 6-9 日                 | 16       |
|                    | 2013 年 5 月<br>23-25, 27, 29 日     | 24       |
|                    | 2013 年 10 月 10, 11 日              | 28       |
|                    | 2014 年 6 月 7, 8, 13 日             | 36       |
|                    | 2014 年 11 月 21, 22 日              | 41       |

次項より各項目の方法を記す。

## 2.4 調査方法

### 2.4.1 一斉産卵

2010 年 5 月 27 日および 2011 年 5 月 16 日に、石西礁湖北礁周辺にてミドリイシ属の一斉産卵を確認した。名蔵湾に着生するミドリイシは、地理的にまた 5 月には南風が卓越するため、北礁で放出されたバンドルに由来するものが多いと推定される。このことから、2010 年 5 月 27 日と 2011 年 5 月 16 日を、名蔵湾で生育する 2010 年着生および 2011 年着生ミドリイシの一斉産卵日とした。

### 2.4.2 定点の設置

St.5 は砂地に小型のサンゴ礁が点在する地形である。そこで、本調査では、点在する各サンゴ礁に定点を設置し、定点の半径 1m 以内で 1 才ミドリイシの検索を行うこととした。

2011 年 6 月 6-9 日、St.5 の各サンゴ礁を潜水にて巡回し、1 才ミドリイシが多数生育する地点を搜索した。その際、サンゴを用いた沿岸環境評価ユニットの開発(ヤップ 2008)で作成された水中地図を使用した(Fig. 2-7)。

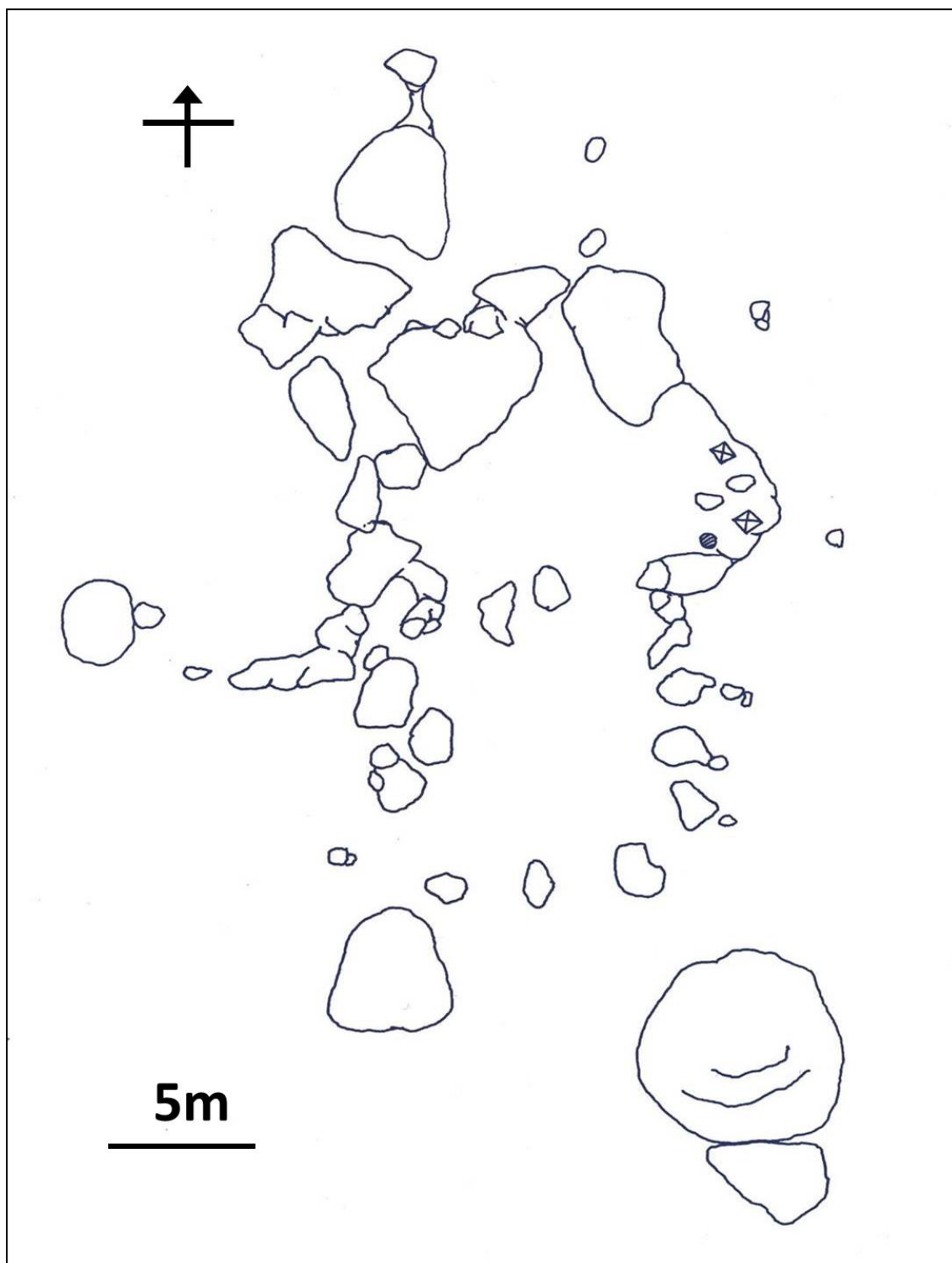
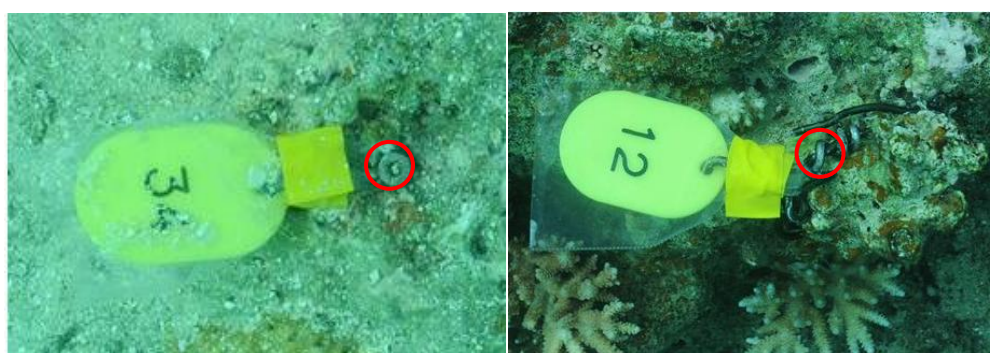


Fig. 2-7 St. 5 の水中地図

1 オミドリイシが多数生育する地点を発見した後、番号札を針金で括りつけたデッキ釘(以下、釘)を打ち込み、その釘の頂点を定点とした。岩盤が固く釘を打ち込めない場合、アルミ金を死亡したサンゴの基部や岩盤の凹凸等、丈夫な物に巻きつけ、固定した。その際、番号札に最も近いアルミ金の結び目を定点とした(Fig. 2-8)。計測の際の計測始点は、釘やアルミ金の結び目の中心とする。尚、番号札に藻類や海綿等が被覆してくる可能性を考慮し、ビニル製の袋をかぶせ、ビニルテープまたは結束バンドで固定する事で、番号札を保護した。

定点の設置後、定点の位置及び番号札の数字を水中地図に記入し、次回調査以降も各定点の追跡を行えるようにした。また、サンゴ礁上の定点の位置が把握できる俯瞰写真を撮影し(以下、定点写真)、波浪などにより、定点が消失した際、定点を復元する参考とした(Fig. 2-9)。以上の作業を繰り返し、64 定点を設置した(Fig. 2-10)。



釘で固定した定点

アルミ金で固定した定点

Fig. 2-8 固定した定点の様子



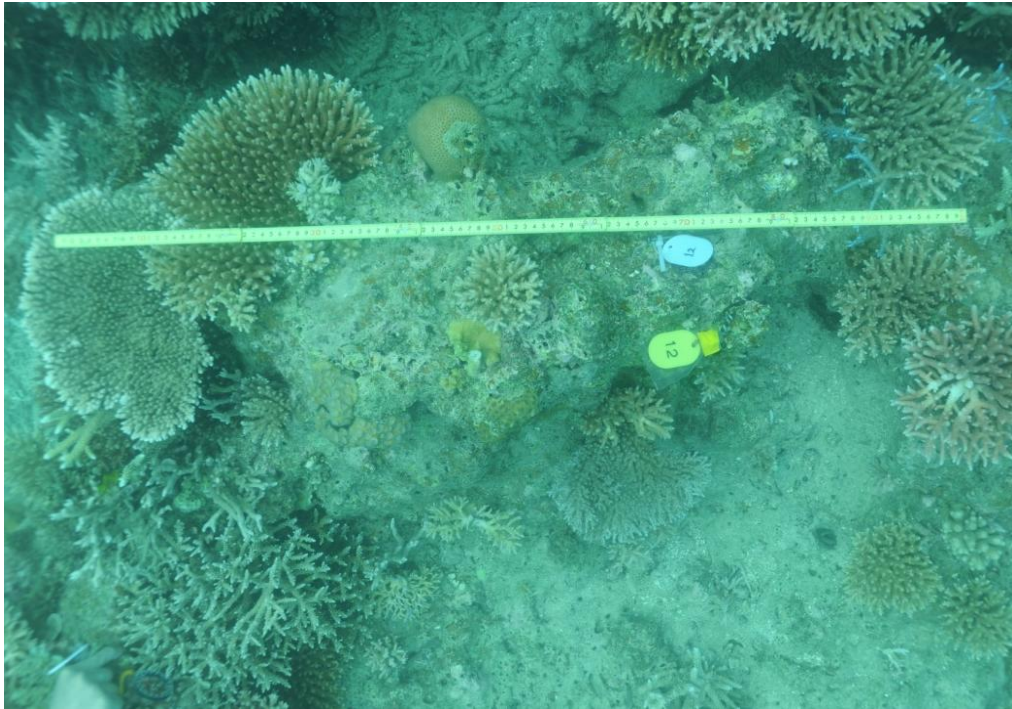


Fig. 2-9 定点の俯瞰写真(定点写真)

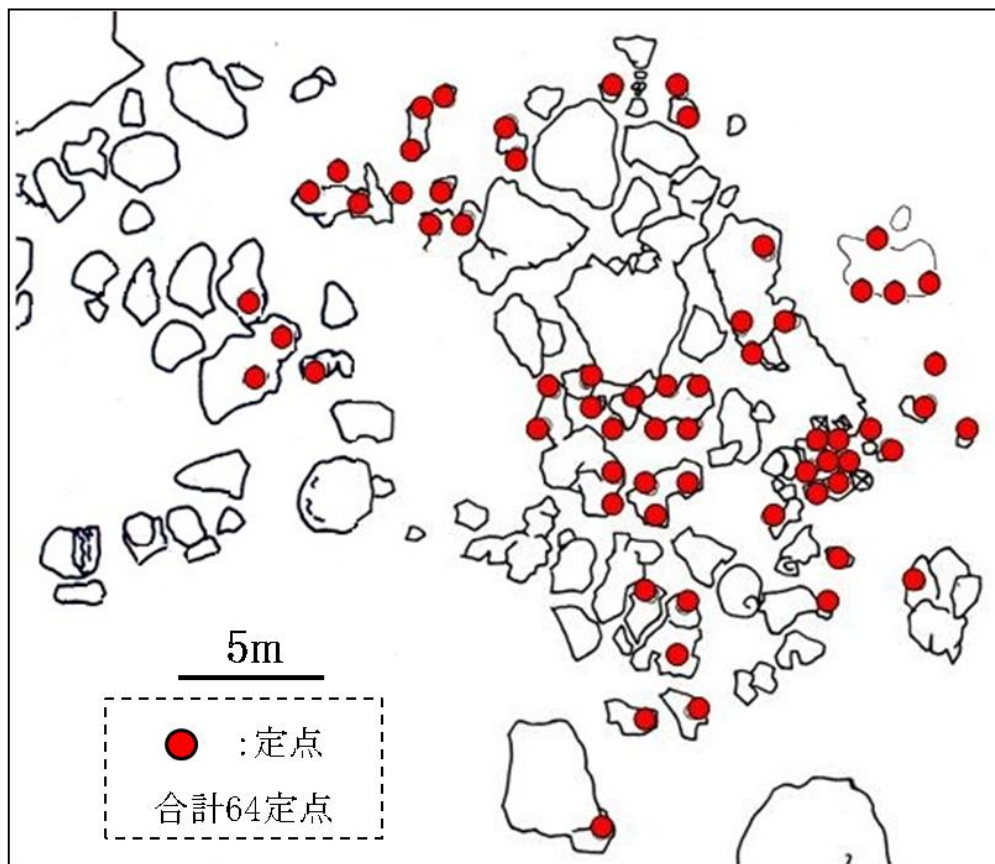


Fig. 2-10 設置した定点

#### 2.4.3 1オミドリイシの特定

設置した各定点から約半径 1m 以内に生育する 1 オミドリイシを目視観察により特定し、定点からの距離と方位の 2 項目を記録した(以下、位置情報)。距離は 1m の折尺を用い、定点の計測始点から 1 オミドリイシまでの水平距離を計測した。ただし、定点付近は傾斜が激しく、定点と 1 オミドリイシの高低差が大きい場合は、計測始点と 1 オミドリイシを結んだ直線距離を計測した。方位は水中コンパスを用いて計測した (Fig. 2-11)。それぞれの計測値は水中ノートに記録した (Fig. 2-12)。

各 1 オミドリイシの位置情報を記録後、水中カメラ (Nikon D60) を用い、稚サングをスケールとともに撮影(以下、接写写真)した (Fig. 2-13)。同時に、1 オミドリイシの位置情報と写真の照合を行えるように、撮影時間と 1 オミドリイシの撮影順を水中ノートに記録した。2012 年 5 月 23, 26, 27, 29-31 日、2011 年着生ミドリイシの 1 オミドリイシの特定時には、その後の追跡調査を更に正確に行うため、接写写真だけではなく 1 オミドリイシの周辺の地形の様子が分かる俯瞰写真(以下、引き写真)を水中カメラ (Nikon D60, Canon Power shot G12) を用い撮影した (Fig2-14)。その際も、撮影時間と 1 オミドリイシの撮影順を水中ノートに記録した。尚、Fig. 2-14 に確認できる、緑の番号札が付いている釘は、特定した 1 オミドリイシが先端部付近に位置し、調査中の目印及び番号札による撮影順の確認の役割を果たす。





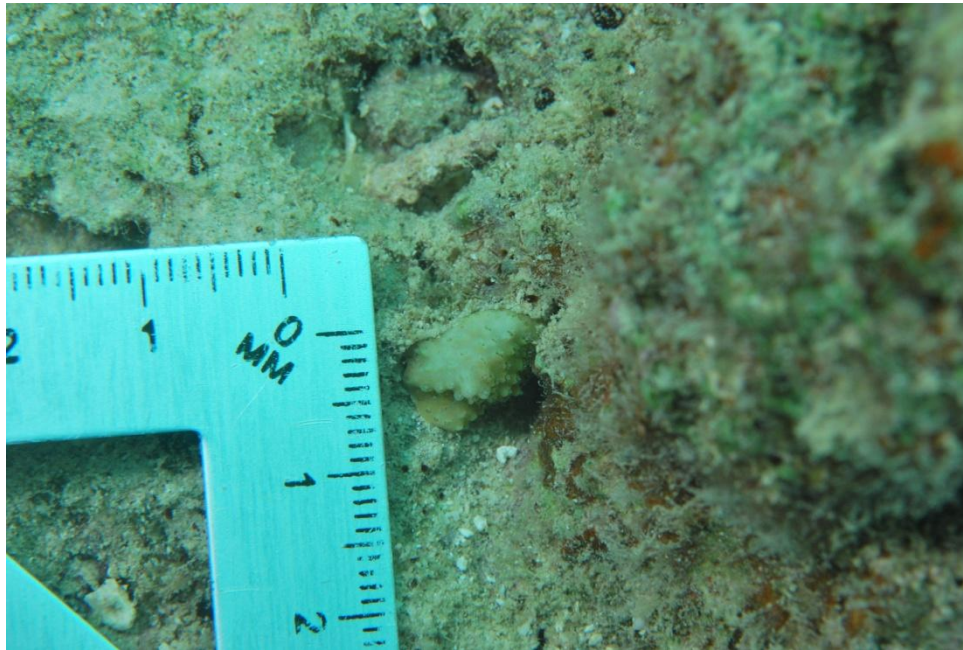


Fig. 2-13 1 オミドリイシの接写写真

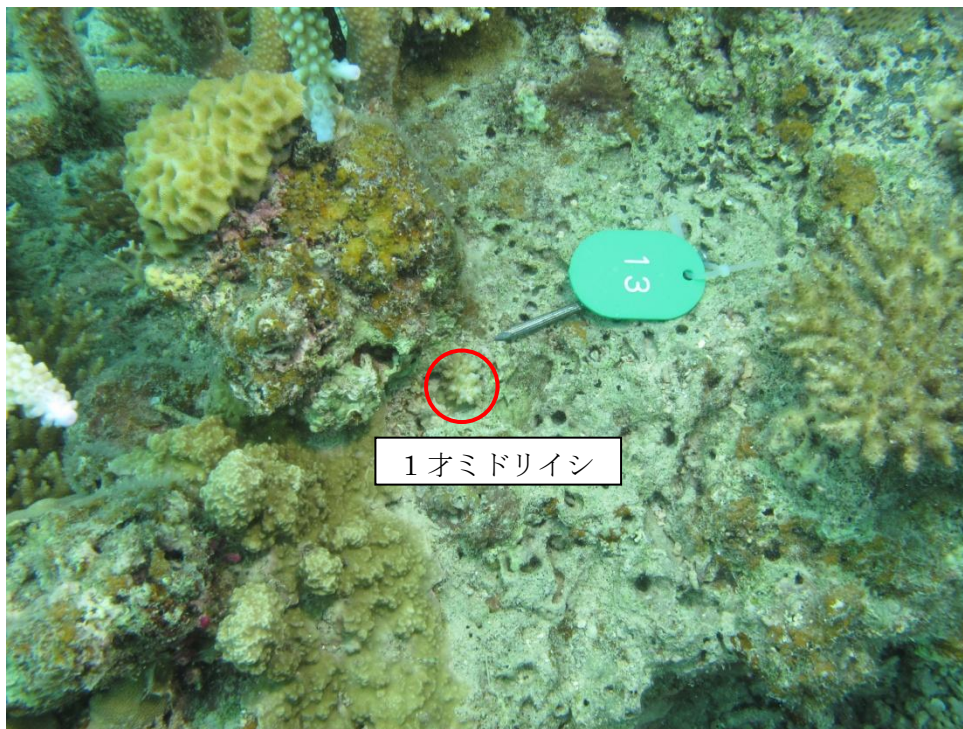


Fig. 2-14 1 オミドリイシの引き写真

#### 2.4.4 追跡調査

石垣島名蔵湾におけるミドリイシ属稚サンゴの追跡調査手法について（濱 2012）より，群体追跡を行うための手法が示された。群体追跡を行うために，1才ミドリイシ特定時に記録した位置情報と撮影した写真を基にデータベース（以下，稚サンゴマップ）を作成した（Fig. 2-14）。稚サンゴマップ内には円座標を設け，定点を原点とし，半径 50cm になっており，サンゴの位置を座標内にアルファベットで記した。群体から定点までの距離が半径 50cm を越えている場合は，座標外の相対位置にアルファベットを置き，横に実際の距離を括弧で記した（濱 2012）。尚，接写写真付近にある数字は，定点からの距離と方位を表している。

この手法は，2012 年 5 月調査時まで用いられたが，より作業効率を上げるために，稚サンゴマップを 2012 年 10 月調査時から一部改善を行い，群体識別追跡ノートを作成した（Fig. 2-15）。群体識別追跡ノートでは円座標をなくし，代わりに引き写真を記載した。接写写真だけでは追跡群体の周辺の地形が分からず，追跡の際に死亡している群体を見つけにくいという短所があったため，改善を行った。



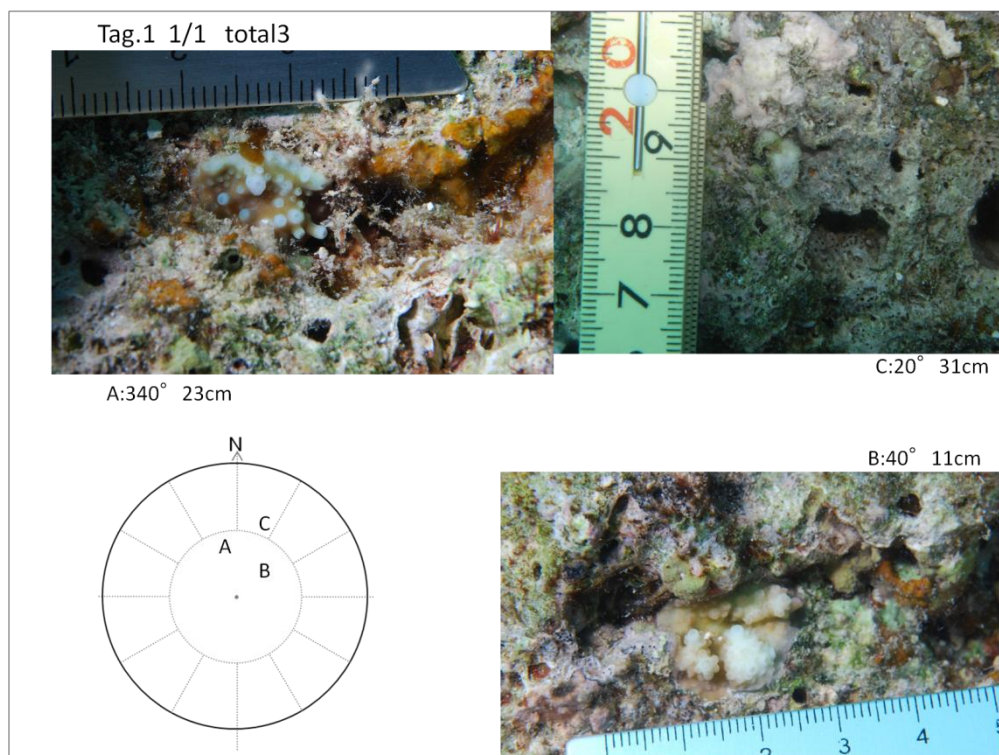


Fig. 2-14 稚サンゴマップ(改善前)の一例

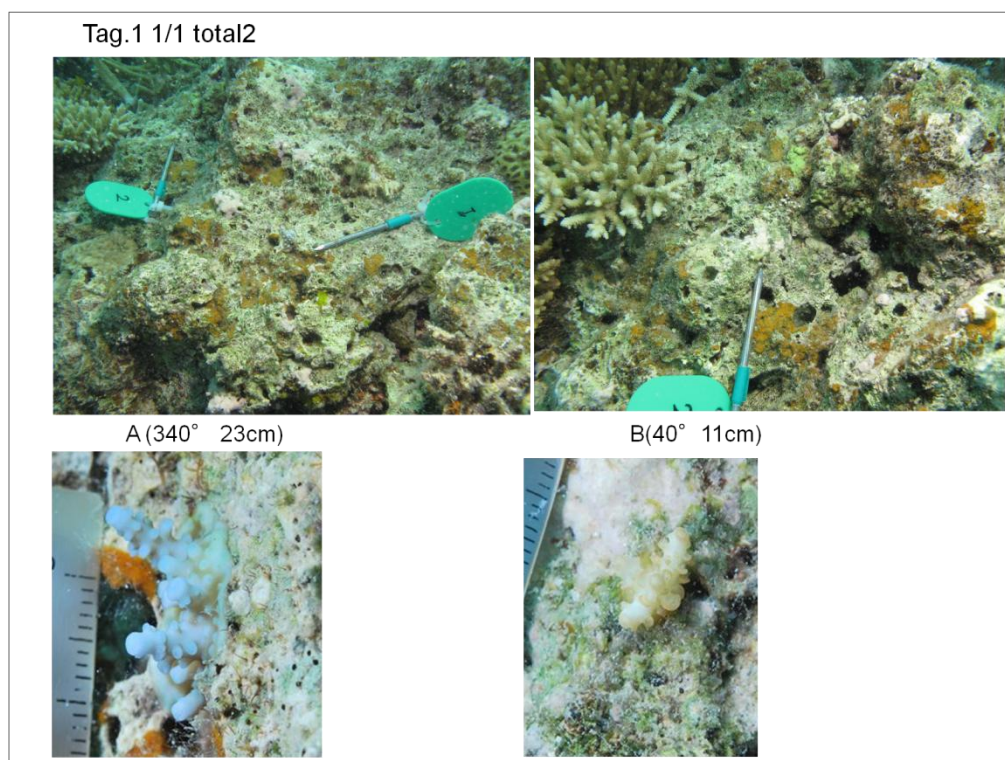


Fig. 2-15 群体識別追跡ノート(改善後)の一例

これら，稚サンゴマップ及び群体識別追跡ノート，さらに水中地図を用い，潜水により，群体の追跡調査を行った。追跡調査は，以下の手順で行った。

1. 定点マップを用いた定点の搜索
2. 追跡群体マップを用いたミドリイシの追跡
3. 各追跡群体のスケール入りの接写写真，引き写真を撮影

追跡調査は，水中地図で定点を見つけた後，追跡群体マップを用いて各定点周辺で稚サンゴの搜索を行った。この際，周囲の様子やミドリイシの特徴，変化を記録した。その後，水中カメラ（Nikon D60, Canon Power Shot G12）で写真撮影を行った。得られたデータをもとに，次回調査のための群体識別追跡ノートの更新を行った。

## 2.5 解析方法

群体の特定および追跡時に撮影した計測用写真を、パソコンに取り込み、以下の解析作業を行った。

### 2.5.1 最大直径・樹枝の長さの計測

特定・追跡した群体の写真から解析を行った。主な解析事項は、上面観の最大直径(以下、直径)及び側面の樹枝の長さ(以下、樹枝長)である。ミドリイシの計測は、パソコンに取り込んだミドリイシの写真とアメリカ国立衛生研究所(National Institute for Health: NIH) が作成した Macintosh 上で動作する画像解析ソフト NIH Image-J を Java 環境に移植したものを用いて行った。

直径は、上面観から見た群体の広がりの中で最も長い部分を計測した。樹枝長は、最も伸長している樹枝の頂端から基盤部の中心までの直線距離を計測した。

### 2.5.2 形状分類

ミドリイシは一斉産卵後 12 月まではほぼ被覆状の群体形であるが，成長するに従い樹枝を伸長し，群体の形状を変化させていく。本研究では，追跡群体の成長に伴い変化する群体形を，以下の 4 つに分類した。

- a. 被覆状 (Encrusting : EC)
- b. 1 本の樹枝形成 (One branch : OB)
- c. 複数の樹枝を形成 (Several branches : SB)
- d. 形成した複数の樹枝が，被覆部のサイズを超える  
(Wider branches than the size of encrusting : WB)

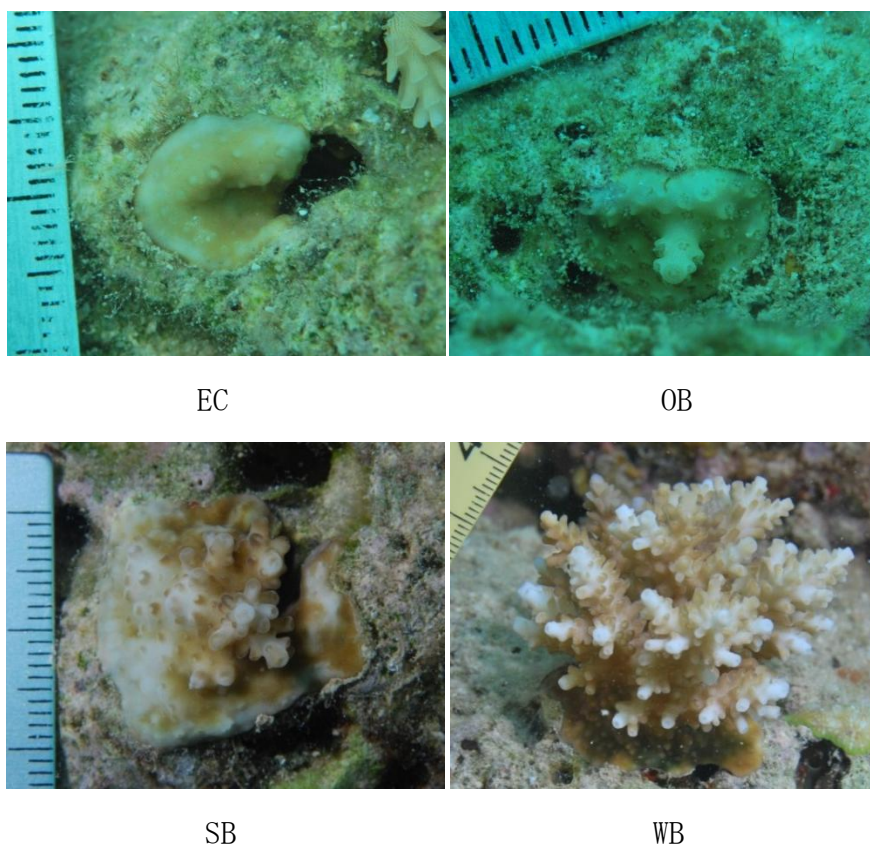


Fig. 2-16 ミドリイシの形状分類

### 2.5.3 種同定

日本の造礁サンゴ類（西平&Veron 1995）、CORALS of the world（Veron 2000）を同定の参考文献として用いた。名蔵湾に生育する成体のミドリイシの特徴を掴むため、調査時に追跡群体以外に、多種のミドリイシの写真撮影を行い、その写真も参考とした。

そのサンゴ同定をする上で、同定する上で重要なポイントはサンゴの群体形とポリプの密度・大きさ・形状である。特にこれらを、参考文献と調査で得られた写真で比べ、同定する。ポリプとは、サンゴを構成する基本的単位である（西平&Veron 1995）。ポリプは樹枝の先端に付く頂端ポリプ、樹枝の周りに付く側生ポリプに分かれる。頂端ポリプは突出しているかどうか同定の基準となる。しかし、同定時に最も注目する点は、側生ポリプである。側生ポリプの枝への付き方・形状・大きさ・密度・配列、これらを主に参考文献と比較した。

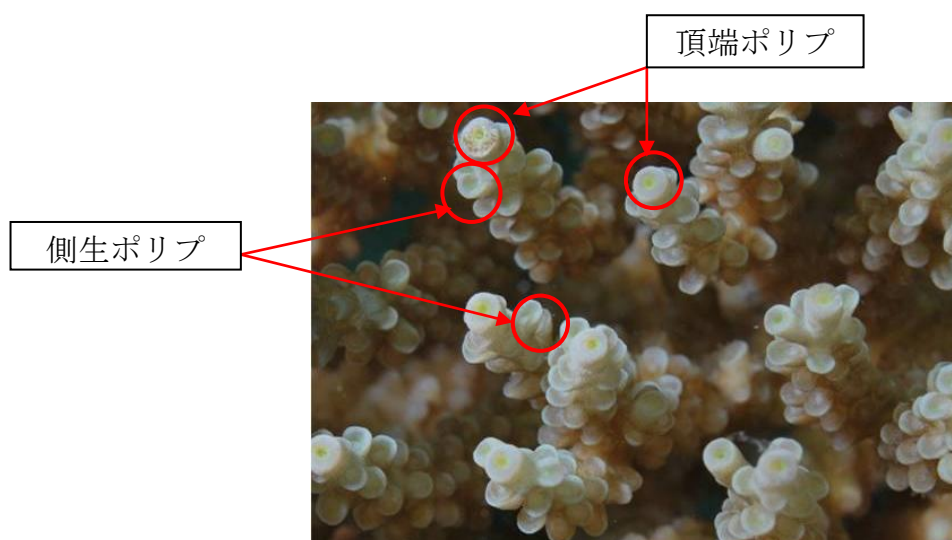


Fig. 2-17 ポリプの様子

## 第Ⅲ章 結果

本研究では、石垣島名蔵湾において、ミドリイシの一斉産卵 12 月後からの生残および成長の実態を把握することを目的に、群体識別追跡を行った。

2011 年 6 月に 1 回目の調査を行い、2010 年着生の 1 才ミドリイシを特定した。その後、2011 年 11 月（一斉産卵後 17 月）、2012 年 5 月（一斉産卵後 24 月）、2012 年 10 月（一斉産卵後 28 月）、2013 年 5 月（一斉産卵後 36 月）、2013 年 10 月（一斉産卵後 40 月）、2014 年 6 月（一斉産卵後 48 月）、2014 年 11 月（一斉産卵後 53 月）において、群体識別追跡を行った。2012 年 5 月の調査では 2011 年着生の 1 ミドリイシを新たに特定した。その後、2012 年 10 月（一斉産卵後 16 月）、2013 年 5 月（一斉産卵後 24 月）、2013 年 10 月（一斉産卵後 28 月）、2014 年 6 月（一斉産卵後 36 月）、2014 年 11 月（一斉産卵後 41 月）において、群体識別追跡を行った。

以下、調査結果の詳細を記す。



### 3.1 特定した1オミドリイシの群体数

特定した1オミドリイシを直径のサイズ別に、4 mm 以下、4.1-7.0 mm、7.1-10.0 mm、10.1 mm 以上の4グループに分類した(Table. 3-1)。2010年着生ミドリイシにおいては、4 mm 以下は3群体、4.1-7.0 mm は38群体、7.1-10.0 mm は104群体、10.1 mm 以上は60群体を確認し、合計で205群体であった。2011年着生ミドリイシにおいては、4 mm 以下は13群体、4.1-7.0 mm は97群体、7.1-10.0 mm は158群体、10.1 mm 以上は86群体を確認し、合計で354群体であった。これより、分類した4グループのそれぞれの生残および成長の推移を求めた。尚、12 mm未満の表記は $\leq 11.9$  と示してある。

Table. 3-1 特定した1オミドリイシの群体数

| 最大直径             | 2010年着生ミドリイシ | 2011年着生ミドリイシ |
|------------------|--------------|--------------|
| $\leq 4.0$       | 3            | 13           |
| $4.1 \leq 7.0$   | 38           | 97           |
| $7.1 \leq 10.0$  | 104          | 158          |
| $10.1 \leq 11.9$ | 60           | 86           |
| 合計               | 205          | 354          |

## 3.2 群体数の推移

### 3.2.1 2010年着生ミドリイシ

1才ミドリイシを直径のサイズ別に分類した4つのグループ及び全追跡群体の生残数の推移を示した(Table. 3-2, 3-3, Fig. 3-1, 3-2)。追跡群体は、生残した群体、死亡した群体、近接するサンゴとの融合や、着生したサンゴ礁の流出等により追跡が不能となった群体(以下、追跡不能群体)の3つに分けられた。

Table. 3-2 1才時のサイズ別群体数の推移(2010年着生)

| 1才時最大直径<br>(mm)  | 一斉産卵後の月数 | 生残  | 死亡 | 追跡不能 |
|------------------|----------|-----|----|------|
| $\leq 4.0$       | 12       | 3   | –  | –    |
|                  | 17       | 1   | 1  | 1    |
|                  | 24       | 1   | 0  | 0    |
|                  | 28       | 1   | 0  | 0    |
|                  | 36       | 0   | 1  | 0    |
|                  | 40       | –   | –  | –    |
|                  | 48       | –   | –  | –    |
|                  | 53       | –   | –  | –    |
| $4.1 \leq 7.0$   | 12       | 38  | –  | –    |
|                  | 17       | 20  | 17 | 1    |
|                  | 24       | 10  | 9  | 1    |
|                  | 28       | 7   | 3  | 0    |
|                  | 36       | 0   | 7  | 0    |
|                  | 40       | –   | –  | –    |
|                  | 48       | –   | –  | –    |
|                  | 53       | –   | –  | –    |
| $7.1 \leq 10.0$  | 12       | 104 | –  | –    |
|                  | 17       | 54  | 48 | 2    |
|                  | 24       | 37  | 14 | 3    |
|                  | 28       | 28  | 7  | 2    |
|                  | 36       | 21  | 7  | 0    |
|                  | 40       | 12  | 6  | 3    |
|                  | 48       | 8   | 4  | 0    |
|                  | 53       | 6   | 2  | 0    |
| $10.1 \leq 11.9$ | 12       | 60  | –  | –    |
|                  | 17       | 45  | 13 | 2    |
|                  | 24       | 28  | 13 | 4    |
|                  | 28       | 19  | 7  | 2    |
|                  | 36       | 16  | 3  | 0    |
|                  | 40       | 12  | 3  | 1    |
|                  | 48       | 10  | 2  | 0    |
|                  | 53       | 10  | 0  | 0    |

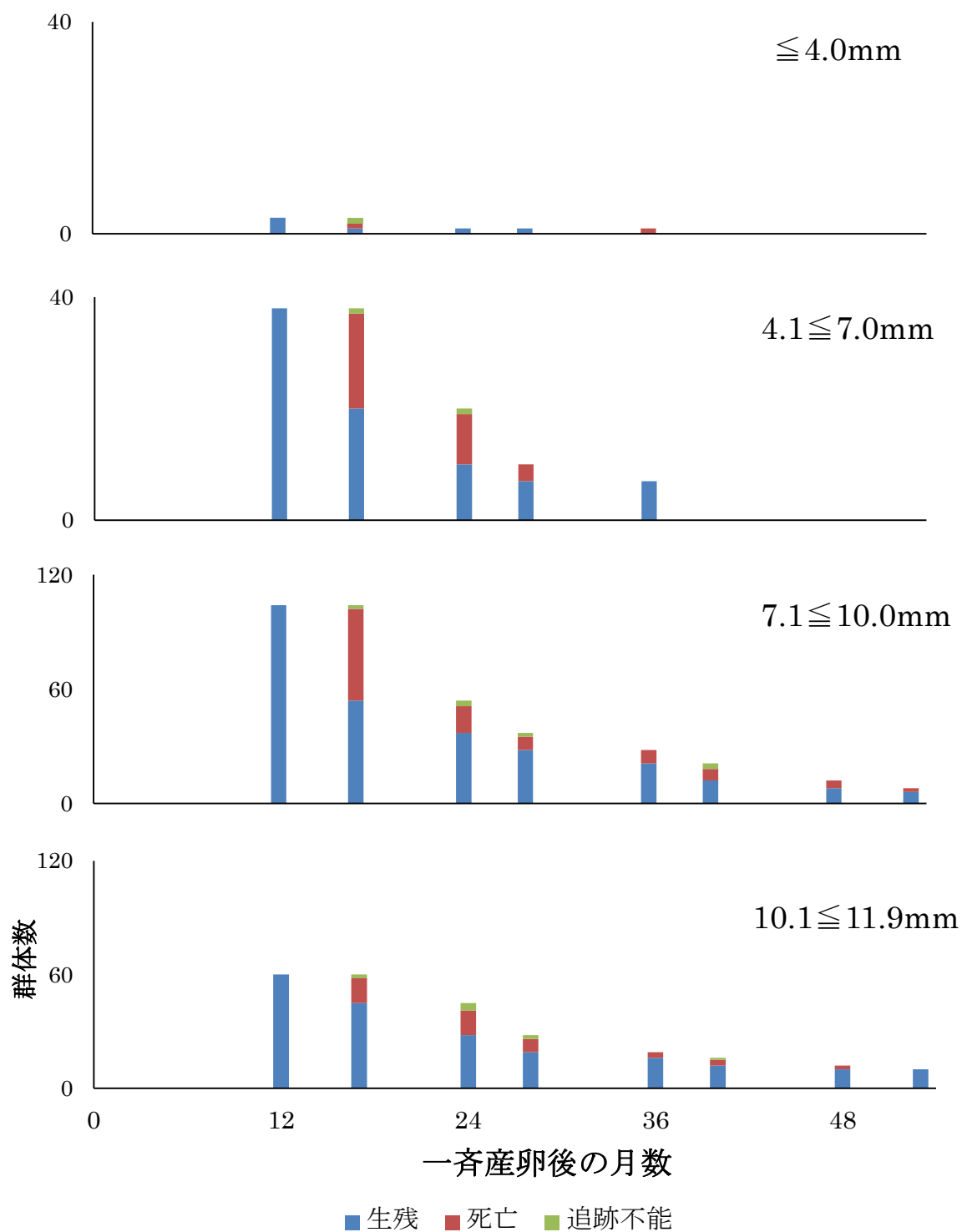


Fig. 3-1 1才時のサイズ別生残数の推移(2010年着生)

Table. 3-3 全群体数の推移(2010 年着生)

| 一斉産卵後の月数 | 生残  | 死亡 | 追跡不能 |
|----------|-----|----|------|
| 12       | 205 | –  | –    |
| 17       | 120 | 79 | 6    |
| 24       | 76  | 36 | 9    |
| 28       | 55  | 17 | 4    |
| 36       | 37  | 17 | 1    |
| 40       | 24  | 9  | 4    |
| 48       | 18  | 6  | 0    |
| 53       | 16  | 2  | 0    |

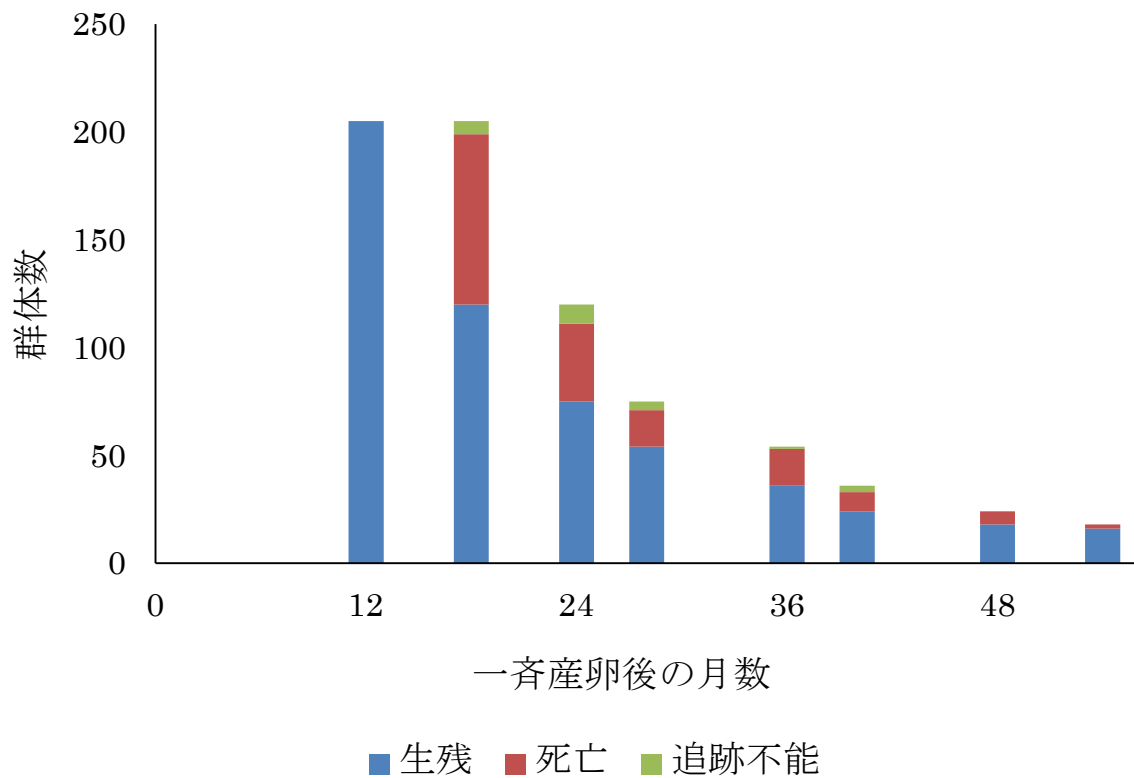


Fig. 3-2 全群体数の推移(2010 年着生)

### 3.2.2 2011 年着生ミドリイシ

2010 年着生ミドリイシと同様に、特定した 1 オミドリイシを生残群体、死亡群体、追跡不能群体の 3 項目に分け、直径のサイズ別に分類した 4 つのグループ及び全追跡群体の生残数の推移を示した (Table. 3-4, 3-5, Fig. 3-3, 3-4)

Table. 3-4 1 オ時のサイズ別群体数の推移 (2011 年着生)

| 1 オ時最大直径<br>(mm) | 一斉産卵後の月数 | 生残  | 死亡 | 追跡不能 |
|------------------|----------|-----|----|------|
| $\leq 4.0$       | 12       | 13  | –  | –    |
|                  | 16       | 7   | 6  | 0    |
|                  | 24       | 2   | 5  | 0    |
|                  | 28       | 1   | 1  | 0    |
|                  | 36       | 0   | 1  | 0    |
|                  | 41       | –   | –  | –    |
| $4.1 \leq 7.0$   | 12       | 97  | –  | –    |
|                  | 16       | 64  | 30 | 3    |
|                  | 24       | 30  | 33 | 1    |
|                  | 28       | 22  | 8  | 0    |
|                  | 36       | 17  | 5  | 0    |
|                  | 41       | 11  | 6  | 0    |
| $7.1 \leq 10.0$  | 12       | 158 | –  | –    |
|                  | 16       | 98  | 52 | 8    |
|                  | 24       | 48  | 46 | 4    |
|                  | 28       | 34  | 12 | 2    |
|                  | 36       | 21  | 13 | 0    |
|                  | 41       | 21  | 0  | 0    |
| $10.1 \leq 11.9$ | 12       | 86  | –  | –    |
|                  | 16       | 62  | 20 | 4    |
|                  | 24       | 35  | 24 | 3    |
|                  | 28       | 27  | 8  | 0    |
|                  | 36       | 20  | 7  | 0    |
|                  | 41       | 16  | 3  | 1    |

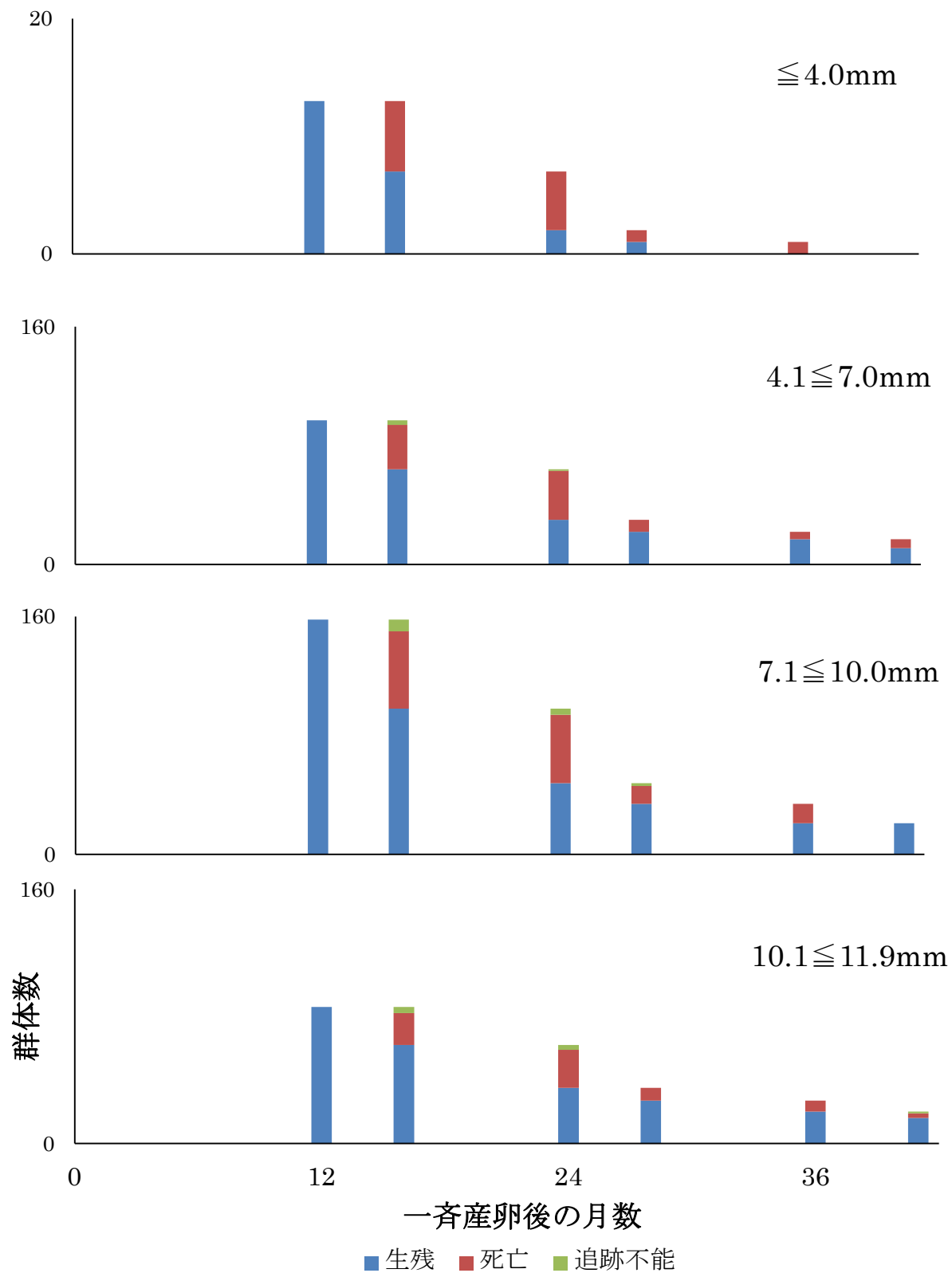


Fig. 3-3 1才時のサイズ別群体数の推移(2011年着生)

Table. 3-5 全群体数の推移(2011年着生)

| 一斉産卵後の月数 | 生残  | 死亡  | 追跡不能 |
|----------|-----|-----|------|
| 12       | 354 | —   | —    |
| 16       | 231 | 108 | 15   |
| 24       | 115 | 108 | 0    |
| 28       | 84  | 29  | 2    |
| 36       | 58  | 26  | 0    |
| 41       | 48  | 9   | 1    |

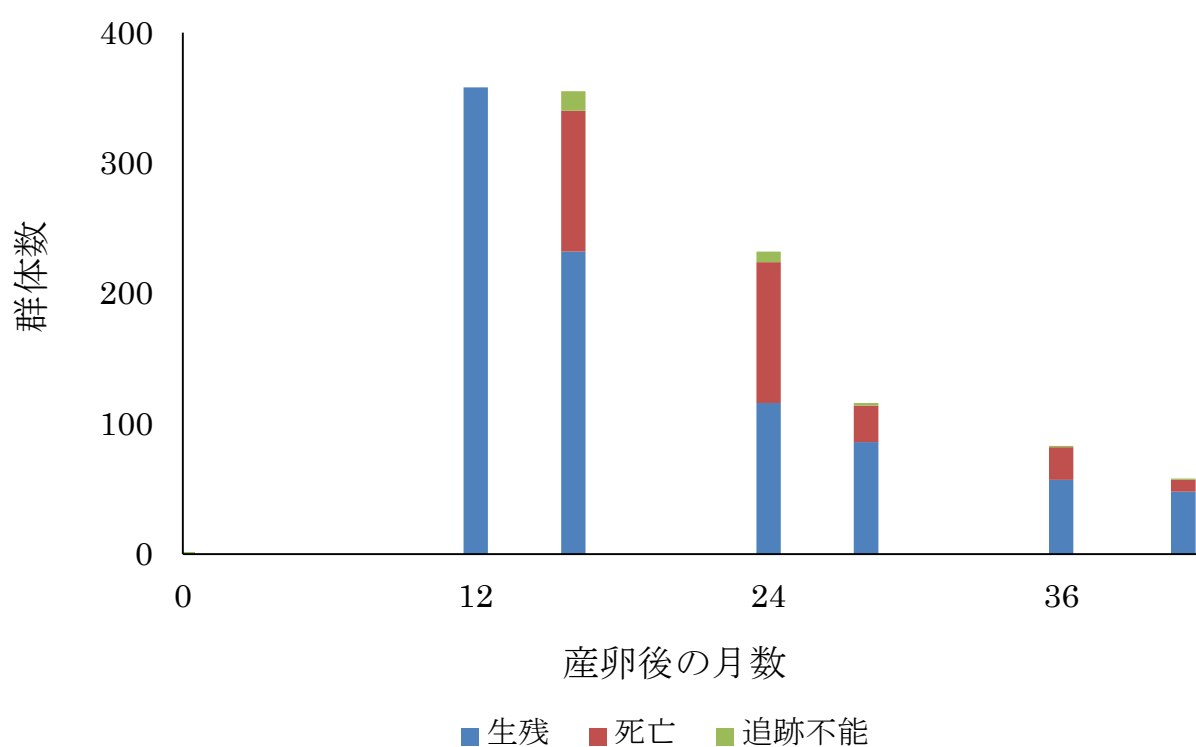


Fig. 3-4 全群体数の推移(2011年着生)



### 3.3 生残率

#### 3.3.1 2010 年着生ミドリイシ

2010 年着生の 1 オミドリイシを 205 群体特定し、その後一斉産卵後 17, 24, 28, 36, 40, 48, 53 月に追跡を継続して行った。この追跡結果より、1 オ時のサイズ別に分けた 4 グループおよび全群体における一斉産卵後 12-24, 24-36, 36-48, 12-36, 12-48 の生残率を求めた (Table. 3-6)。生残率は、母数から追跡不能群体を除き、生残群体と死亡群体のみで算出した。

12-24 月での生残率は、10.1mm 以上が最も高い 51.9%となった。全群体の生残率は 40.0%であり、4.1-7.0mm と 7.1-10.0mm のグループがその値を下回る結果となった。

24-36 月では、4.0mm 以下と 4.1-7.0mm のグループが 36 月には全群体死亡し、0.0%の値を示した。一方、7.1-10.0mm と 10.1mm 以上のグループはそれぞれ 60.0%, 61.5%となり、全群体の 52.1%を上回った。

36-48 月では、4.0mm 以下と 4.1-7.0mm の生残率は、両グループともに 36 月時点での生残群体が 0 であるため、算出できなかった。全群体は、54.5%であり、7.1-10.0mm は 44.4%, 10.1mm 以上は 66.7%となった。

12-36 月では、7.1-10.0mm が 21.6%, 10.1mm 以上が 30.8%となり、両グループともに全群体の 20.0%を上回った。

12-48 月では、全群体が 9.9%であった。7.1-10.0mm は 8.5%であったが、10.1mm 以上が 19.6%となり、全群体の値を上回った。

以上より，1才でのサイズが大きいグループほど生残率が高くなる傾向があることがわかった。また，いずれの期間においても，1才での直径のサイズが最も大きいグループである10.1mm以上のグループは，生残率が最も高いことがわかった。サイズの小さい4.0mm以下と4.1-7.0mmのグループは36月に至るまでに全群体が死亡した。

Table. 3-6 2010年着生ミドリイシの生残率

|                  | 生残率(%)  |         |         |         |         |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 12-24 月 | 24-36 月 | 36-48 月 | 12-36 月 | 12-48 月 |
| $\leq 4.0$       | 50.0    | 0.0     | —       | 0.0     | 0.0     |
| $4.1 \leq 7.0$   | 27.8    | 0.0     | —       | 0.0     | 0.0     |
| $7.1 \leq 10.0$  | 37.3    | 60.0    | 44.4    | 21.6    | 8.5     |
| $10.1 \leq 11.9$ | 51.9    | 61.5    | 66.7    | 30.8    | 19.6    |
| 全群体              | 40.0    | 52.1    | 54.5    | 20.0    | 9.9     |

### 3.3.2 2011 年着生ミドリイシ

2011 年着生の 1 才ミドリイシを 354 群体特定し、その後一斉産卵後 16, 24, 28, 36, 41 月に追跡を継続して行った。この追跡結果より、1 才時のサイズ別に分けた 4 グループおよび全群体における一斉産卵後 12-24, 24-36, 12-36 月の生残率を求めた (Table. 3-7)。2010 年着生と同様に生残率は、母数から追跡不能群体を除き、生残群体と死亡群体のみで算出した。

12-24 月での生残率は、サイズが大きいほど生残率が高い結果となった。10.1mm 以上のグループが最も高く 44.3%, 全群体の生残率は 33.9%であり, 10.1mm 以上が上回った。4.0mm 以下, 4.1-7.0mm, 7.1-10.0mm のグループがその値を下回った。

24-36 月では、4.0mm 以下の群体が 36 月には全群体死亡し、0.0%の値を示した。4.1-7.0mm と 10.1mm 以上はそれぞれ 56.7%, 57.1%となり、全群体の 51.3%を上回った。

12-36 月では、7.1-10.0mm の群体が 14.6%となり、全群体の 17.2%を下回ったが、4.1-7.0mm が 18.3%, 10.1mm 以上が 25.3%となり、両グループともに全群体の 17.2%を上回った。

以上の結果より、2010 年着生ミドリイシにおいては、4.1-7.0mm のグループが 36 月までに全群体死亡していたが、2011 年着生ミドリイシでは、4.1-7.0mm が 7.1-10.0mm の生残率を 24-36, 12-36 月の期間で上回った。また、2010 年着生同様に、いずれの期間においても、1 才での直径のサイズが最も大きい 10.1mm 以上の群体は、生残率が最も高いことがわかった。サイズの小さい 4.0mm 以下の群体は 36 月に至るまでに全群体が

死亡した。

Table. 3-7 2011 年着生ミドリイシの生残率

|                  | 生残率(%)  |         |         |
|------------------|---------|---------|---------|
|                  | 12-24 月 | 24-36 月 | 12-36 月 |
| $\leq 4.0$       | 15.4    | 0.0     | 0.0     |
| $4.1 \leq 7.0$   | 32.3    | 56.7    | 18.3    |
| $7.1 \leq 10.0$  | 32.9    | 45.7    | 14.6    |
| $10.1 \leq 11.9$ | 44.3    | 57.1    | 25.3    |
| 全群体              | 33.9    | 51.3    | 17.2    |

### 3.3.3 着生から24月後で12mm未満の群体

本研究では、最大直径12mm未満のミドリイシを1才として特定したが、一斉産卵24月後、2010年着生では76群体中11群体(14.5%)、2011年着生では115群体中28群体(24.3%)の直径が12mm未満であった。

以下に、着生から24月後で12mm未満の群体の生残数の推移および生残率を示す。

Table. 3-8 着生24月後に12mm未満の群体の生残数の推移

| 着生年    | 産卵後の月数 | 生残 | 死亡 | 追跡不能 |
|--------|--------|----|----|------|
| 2010 年 | 24     | 11 | –  | –    |
|        | 36     | 3  | 8  | 0    |
|        | 48     | 0  | 1  | 2    |
| 2011 年 | 24     | 28 | –  | –    |
|        | 28     | 13 | 14 | 1    |
|        | 36     | 6  | 7  | 0    |

Table. 3-9 着生24月後に12mm未満の群体の生残率

| 期間      | 2010 年着生 | 2011 年着生 |
|---------|----------|----------|
| 24-36 月 | 27.3%    | 22.2%    |
| 36-48 月 | 0.0%     | –        |

### 3.4 ミドリイシの成長

#### 3.4.1 2010 年着生ミドリイシにおける 1 才時サイズ別の成長

2010 年着生ミドリイシを 1 才のサイズ別に 4 グループに分類し、一斉産卵後 48 月までの最大直径の推移を Table. 3-10, Fig. 3-5 に示した。最大直径の推移は、全群体から追跡不能群体を除いた結果から求めた。また、調査ミス等により最大直径を計れない群体も除外している。

一斉産卵後 24 月時点において、7.0mm 以下の群体は、最大でも 30mm に満たなかったが、7.1-10.0mm では、32 群体中 4 群体、10.1mm 以上では、23 群体中 4 群体が 30mm を上回った。

7.1-10.0mm 及び 10.1mm 以上の群体において、36 月時点で 40 mm を越える群体が、それぞれ 3, 8 群体確認された。40 mm を越えた群体を一斉産卵後 24 月時点まで遡ると、全て 20 mm を越えるという共通点が見られた。

Table. 3-10 1才時サイズ別最大直径の推移(2010年着生)

|                  |                  | 産卵後の月数 |                  |                   |                   |
|------------------|------------------|--------|------------------|-------------------|-------------------|
|                  |                  | 12     | 24               | 36                | 48                |
| $\leq 4.0$       | 3.8-3.9 [n=2]    |        |                  |                   |                   |
|                  | (3.9 $\pm$ 0.0)  |        | 14.4 [n=1]       | -                 | -                 |
| 4.1 $\leq$ 7.0   | 4.4-7.0 [n=37]   |        | 9.9-29.7 [n=10]  |                   |                   |
|                  | (6.1 $\pm$ 0.7)  |        | (18.0 $\pm$ 6.8) | -                 | -                 |
| 7.1 $\leq$ 10.0  | 7.1-9.9 [n=95]   |        | 8.6-43.2 [n=32]  | 12.9-59.0 [n=18]  | 30.8-89.5 [n=8]   |
|                  | (8.7 $\pm$ 0.8)  |        | (21.2 $\pm$ 8.2) | (31.0 $\pm$ 12.5) | (50.2 $\pm$ 18.6) |
| 10.1 $\leq$ 11.9 | 10.1-11.9 [n=49] |        | 7.3-48.0 [n=23]  | 10.4-64.4 [n=13]  | 21.4-103.1 [n=8]  |
|                  | (11.0 $\pm$ 0.5) |        | (22.8 $\pm$ 9.8) | (39.3 $\pm$ 15.8) | (65.7 $\pm$ 28.1) |

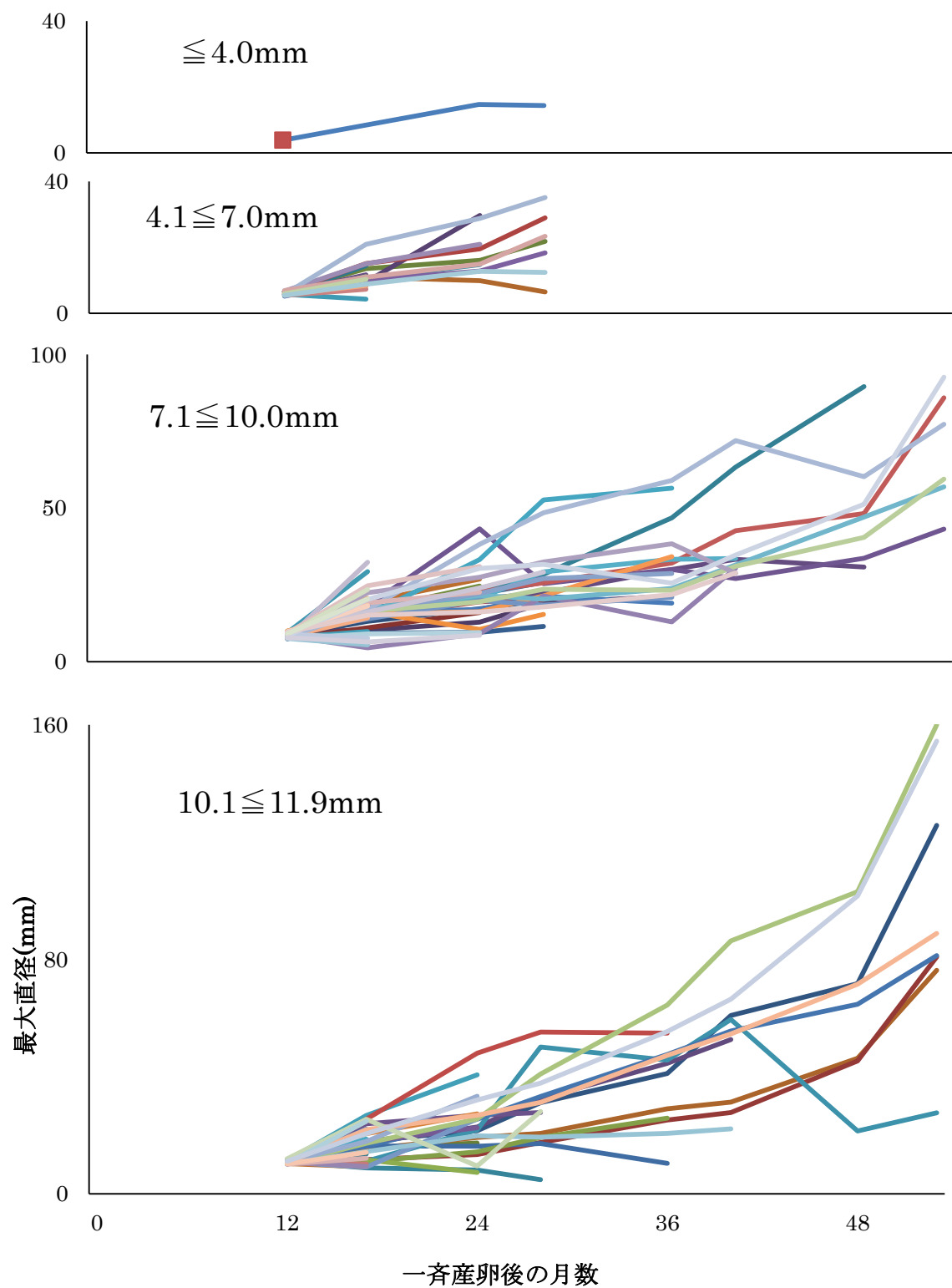


Fig. 3-5 1才時サイズ別最大直径の推移(2010年着生)



### 3.4.2 2011 年着生ミドリイシにおける 1 才時サイズ別の成長

2011 年着生ミドリイシを 1 才のサイズ別に 4 グループに分類し、一斉産卵後 48 月までの最大直径の推移を Table. 3-11, Fig. 3-6 に示した。最大直径の推移は、全群体から追跡不能群体を除いた結果から求めた。

36 月時において 40mm 以上の群体は、4.1-7.0mm で 17 群体中 8 群体、7.1-10.0mm で 22 群体中 18 群体、10.1mm 以上で 19 群体中 12 群体となり、2010 年着生群体よりも全てのグループにおいて多い結果となった。また、2011 年着生群体は、36 月で 40mm を超えていても、24 月で 20mm に達しない群体が見られた。

Table. 3-11 1 才時サイズ別最大直径の推移(2011 年着生)

|                  |                  | 産卵後の月数            |                   |      |
|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------|
|                  |                  | 12 月              | 24 月              | 36 月 |
| $\leq 4.0$       | 2.6-4.0 [n=13]   | 6.5-15.1 [n=2]    | —                 |      |
|                  | (3.6 $\pm$ 0.4)  | (10.8 $\pm$ 6.1)  |                   |      |
| 4.1 $\leq$ 7.0   | 4.1-7.0 [n=93]   | 3.8-33.1 [n=28]   | 17.6-103.1 [n=17] |      |
|                  | (5.8 $\pm$ 0.8)  | (13.9 $\pm$ 7.2)  |                   |      |
| 7.1 $\leq$ 10.0  | 7.1-10.0 [n=144] | 7.1-50.6 [n=45]   | 20.1-97.5 [n=22]  |      |
|                  | (8.6 $\pm$ 0.8)  | (20.7 $\pm$ 9.5)  |                   |      |
| 10.1 $\leq$ 11.9 | 10.1-11.9 [n=77] | 4.7-58.8 [n=32]   | 6.0-152.3 [n=19]  |      |
|                  | (10.9 $\pm$ 0.6) | (21.7 $\pm$ 12.8) |                   |      |

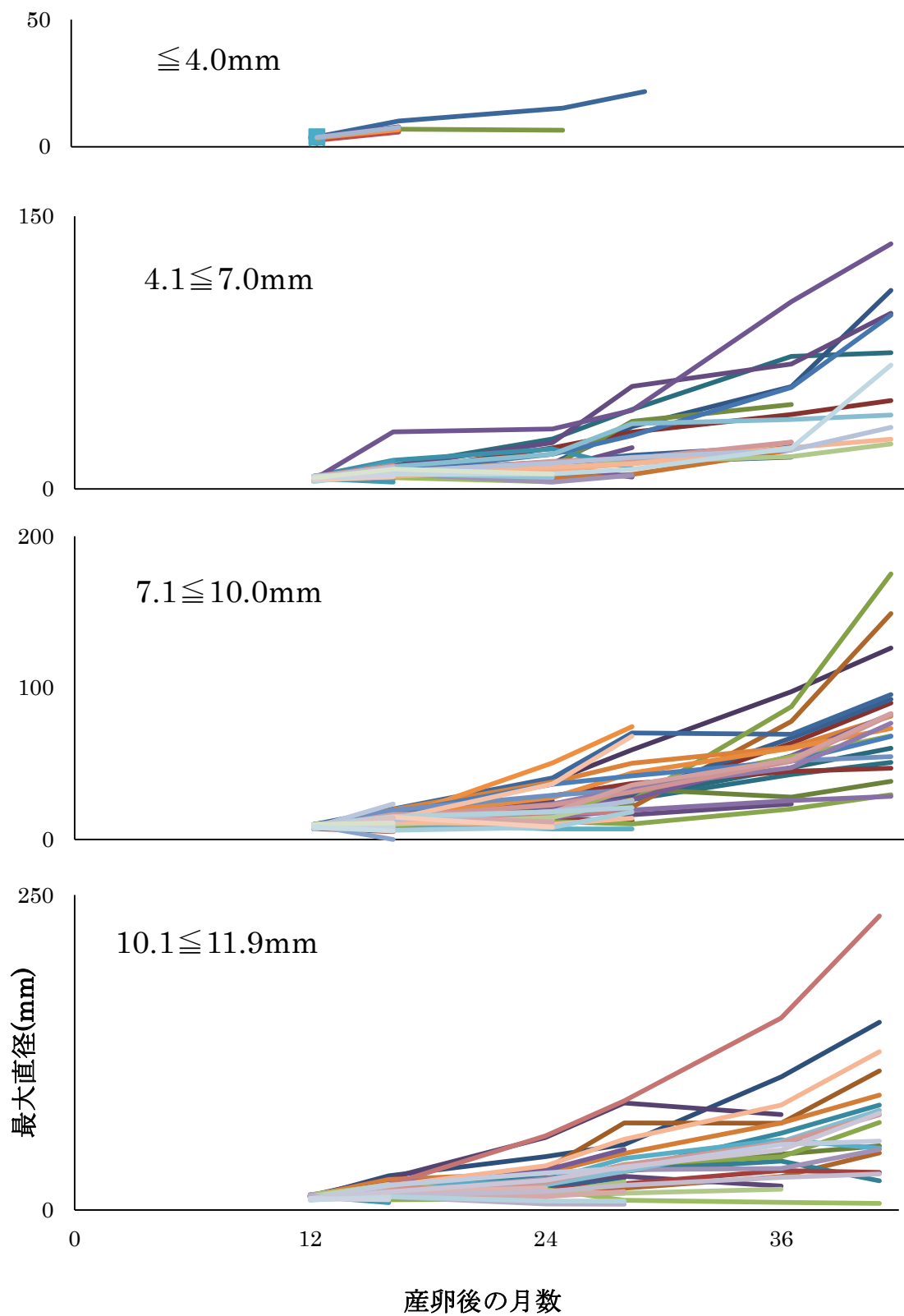


Fig. 3-6 1才時サイズ別最大直径の推移(2011年着生)

### 3.4.3 ミドリイシの形状の変化

追跡群体の12月ごとの成長に伴う群体形状の変化を、被覆状 (Encrusting : EC), 1本の樹枝形成 (One branch : OB), 複数の樹枝を形成 (Several branches : SB), 形成した複数の樹枝が、被覆部のサイズを超える (Wider branches than the size of encrusting:WB), の4種に分け Table. 3-12, Fig. 3-7, 8 に示した。尚、追跡不能群体は除いている。

2010年着生, 2011年着生ミドリイシ共に, 12月において, ECの割合が8割を超え, 樹枝部を伸ばしている群体は, 2割も見られなかった。その後, 16, 17月ほどから, 被覆部から樹枝を伸ばし始め, 次第に樹枝の増加・伸長が確認された。その後24月では, 2010年着生, 2011年着生共に成長を続け, WBの割合が一番大きくなり, 3割を超えた。また, ECは約2割にまで減少した。36月になると, 樹枝部が更に発達し, WBが8割を超える結果となった。この段階になると, 被覆部が樹枝部に隠れてしまう群体も見られた。48月では, 2010年着生ミドリイシ18群体全群体の樹枝部が被覆部を超える結果となった。

Table. 3-12 ミドリイシの形状別生残数の推移

| 着生年    | 形状 | 12 月 | 24 月 | 36 月 | 48 月 |
|--------|----|------|------|------|------|
| 2010 年 | EC | 168  | 15   | 1    | 0    |
|        | OB | 22   | 14   | 1    | 0    |
|        | SB | 12   | 23   | 5    | 0    |
|        | WB | 3    | 24   | 30   | 18   |
|        | 合計 | 205  | 76   | 37   | 18   |
| 2011 年 | EC | 284  | 24   | 1    |      |
|        | OB | 36   | 7    | 0    |      |
|        | SB | 29   | 40   | 10   |      |
|        | WB | 5    | 44   | 47   |      |
|        | 合計 | 354  | 115  | 58   |      |

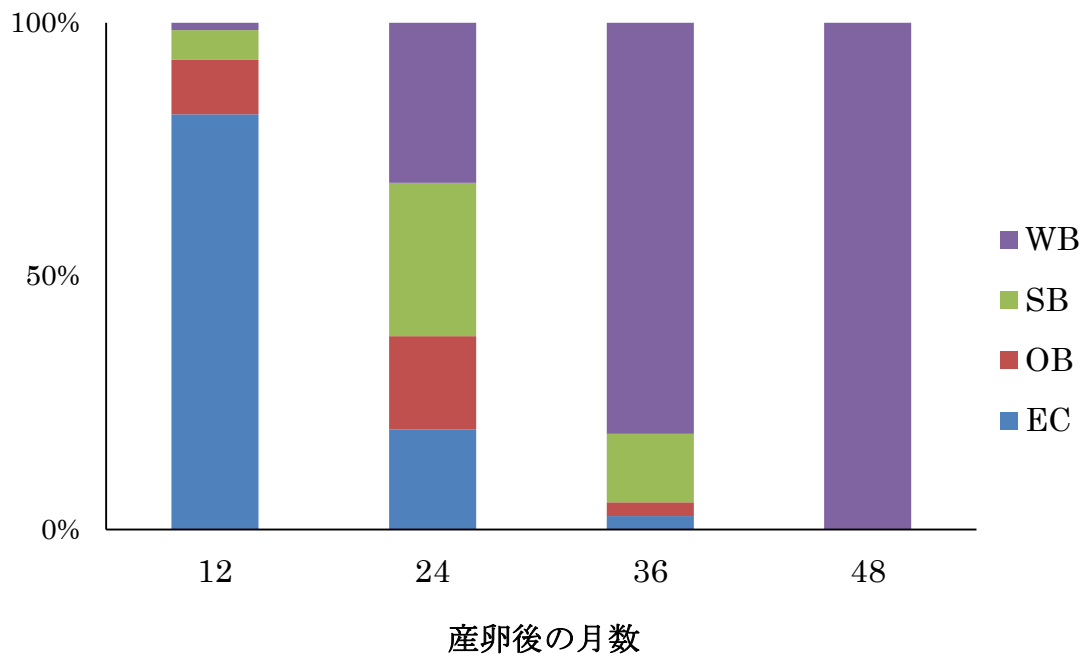


Fig. 3-7 2010 年着生ミドリイシの形状割合の推移

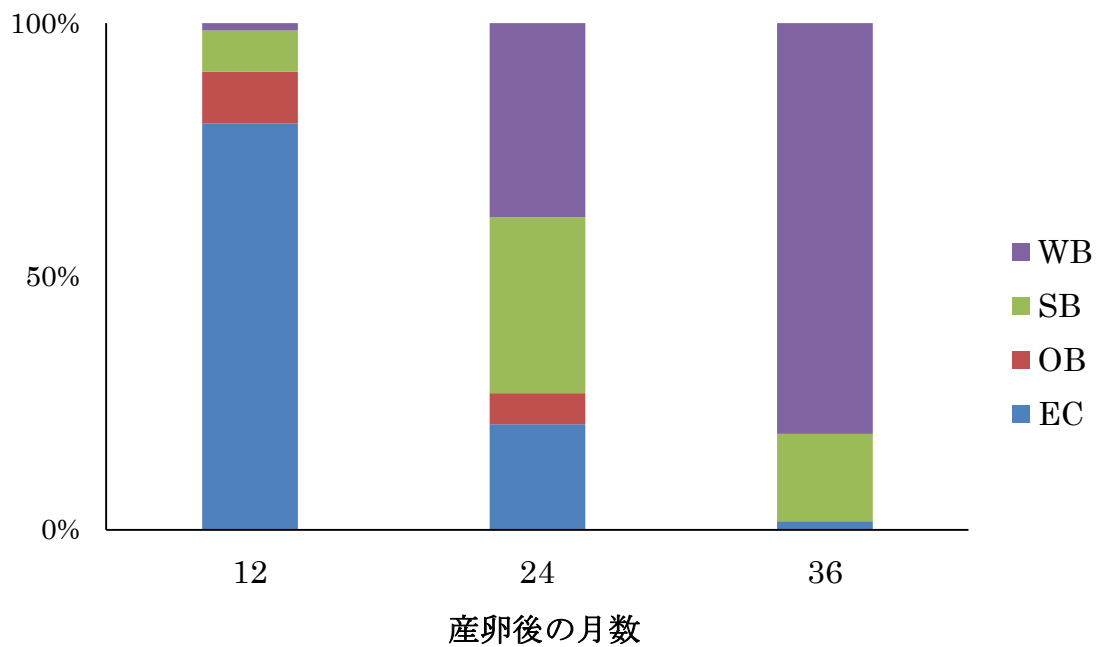


Fig. 3-8 2011 年着生ミドリイシの形状割合の推移

### 3.5 同定結果

群体識別追跡を継続した結果、36 月時点で成熟群体の特徴が表れはじめた。そのため、36 月以降に生残している群体を対象に種同定を行った。2010 年着生ミドリイシは 36、48 月での生残群体について、2011 年着生ミドリイシは 36 月での生残群体についての結果を Table. 3-13 に示す。

2010 年着生、2011 年着生ミドリイシ共に、名蔵湾の卓越種であるタチハナガサミドリイシ *Acropora selago* が最も多く、2010 年着生 48 月で 9 群体、2011 年着生ミドリイシが 36 月で 35 群体確認された。樹枝状群体としては、トゲスギミドリイシ *Acropora nobilis*、クロマツミドリイシ *Acropora grandis*、が確認された。尚、オヤユビミドリイシ *Isopora gemmifera* は、2015 年 1 月現在ミドリイシ属ではなくイソポラ属 *Genus isopora* に分類されるが、36 月時点で判別したため、追跡を続行した。

Table. 3-13 追跡したサンゴの種類

| 種                                      | 2010 年着生 |      | 2011 年着生 |
|--|----------|------|----------|
|  | 36 月     | 48 月 | 36 月     |
| タチハナガサミドリイシ <i>Acropora selago</i>     | 19       | 9    | 35       |
| ハナガサミドリイシ <i>Acropora nasuta</i>       | 8        | 4    | 8        |
| ハナバチミドリイシ <i>Acropora cytherea</i>     | 5        | 2    | 7        |
| トゲスギミドリイシ <i>Acropora nobilis</i>      | 2        | 2    | 0        |
| クシハダミドリイシ <i>Acropora hyacinthus</i>   | 1        | 1    | 0        |
| ウスエダミドリイシ <i>Acropora tenuis</i>       | 1        | 0    | 1        |
| コエダミドリイシ <i>Acropora microphthalma</i> | 1        | 0    | 0        |
| クロマツミドリイシ <i>Acropora grandis</i>      | 0        | 0    | 6        |
| オヤユビミドリイシ <i>Isopora gemmifera</i>     | 0        | 0    | 1        |
| 合計                                     | 37       | 18   | 58       |

### 3.6 種別の成長

#### 3.6.1 タチハナガサミドリイシの成長

##### (1) 最大直径

2010 年着生, 2011 年着生のタチハナガサミドリイシの最大直径の推移を示す。

Table. 3-14 タチハナガサミドリイシの最大直径の推移(平均±標準偏差, mm)

| 産卵後の月数 | 2010 年着生               | 2011 年着生               |
|--------|------------------------|------------------------|
|        | n=9                    | n=35                   |
| 12     | 8.0-11.3 (9.1±1.1)     | 4.3-11.8 (8.4±2.2)     |
| 24     | 19.5-43.2 (27.0±8.5)   | 5.7-42.3 (21.7±9.0)    |
| 36     | 23.3-64.4 (36.6±15.3)  | 16.4-105.5 (47.9±22.5) |
| 48     | 30.8-103.1 (54.1±22.3) | —                      |



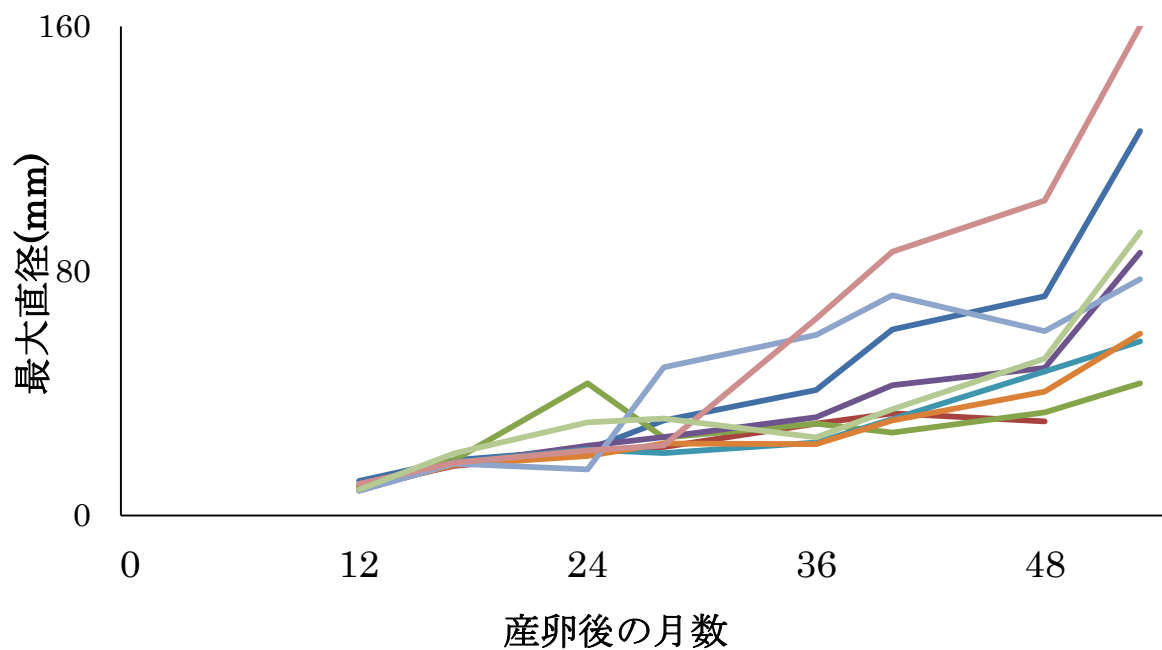


Fig. 3-9 2010 年着生のタチハナガサミドリイシの最大直径の推移

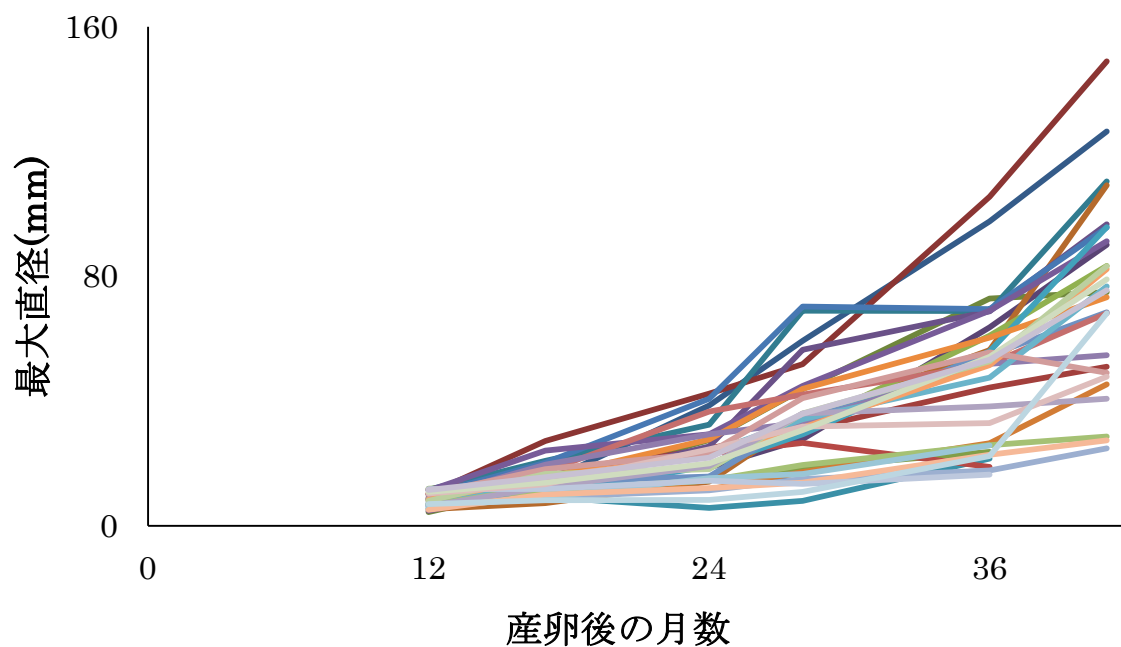


Fig. 3-10 2011 年着生のタチハナガサミドリイシの最大直径の推移

(2) 形状別最大直径

形状別の最大直径の推移を示す。

Table. 3-15 タチハナガサミドリイシの形状別の最大直径(平均±標準偏差, mm)

| 着生年    | 月数 | EC                          | OB                           | SB                            | WB                              |
|--------|----|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 2010 年 | 12 | 7.8-11.0[n=13]<br>(9.0±0.9) | 8.4-11.6[n=4]<br>(10.3±1.4)  | 10.4<br>10.3                  | -                               |
|        | 24 | -                           | 16.1-21.6[n=4]<br>(17.6±2.7) | 19.5-48.0[n=6]<br>(29.3±13.3) | 10.9-48.0[n=6]<br>(29.3±13.3)   |
|        | 36 | -                           | -                            | 21.9-34.2[n=3]<br>(27.2±6.3)  | 10.4-64.4[n=16]<br>(36.4±15.7)  |
|        | 48 | -                           | -                            | -                             | 30.8-103.2[n=9]<br>(54.1±22.3)  |
|        |    |                             |                              |                               |                                 |
| 2011 年 | 12 | 4.3-11.7[n=25]<br>(7.6±2.2) | 7.9-11.7[n=8]<br>(9.3±1.5)   | 9.1-11.6[n=6]<br>(10.6±1.0)   | -                               |
|        | 24 | 5.7-14.5[n=4]<br>(9.9±3.8)  | 15.3                         | 11.7-29.3[n=14]<br>(18.8±5.6) | 15.8-42.4[n=16]<br>(27.6±8.2)   |
|        | 36 | -                           | -                            | 15.8-42.4[n=16]<br>(27.6±8.2) | 16.4-105.5[n=32]<br>(49.7±14.2) |

### 3.6.2 ハナガサミドリイシの成長

#### (1) 最大直径

2010 年着生, 2011 年着生のハナガサミドリイシの最大直径の推移を示す。

Table. 3-16 ハナガサミドリイシの最大直径の推移(平均±標準偏差, mm)

| 産卵後の月数 | 2010 年着生               | 2011 年着生             |
|--------|------------------------|----------------------|
|        | n=4                    | n=8                  |
| 12     | 8.5-11.1 (10.3±1.3)    | 6.1-11.7 (9.1±2.0)   |
| 24     | 13.4-32.1 (22.6±7.6)   | 11.8-35.0 (22.6±7.3) |
| 36     | 25.1-55.3 (43.2±12.8)  | 6.0-83.1 (39.6±23.3) |
| 48     | 21.4-101.6 (64.5±37.5) | —                    |

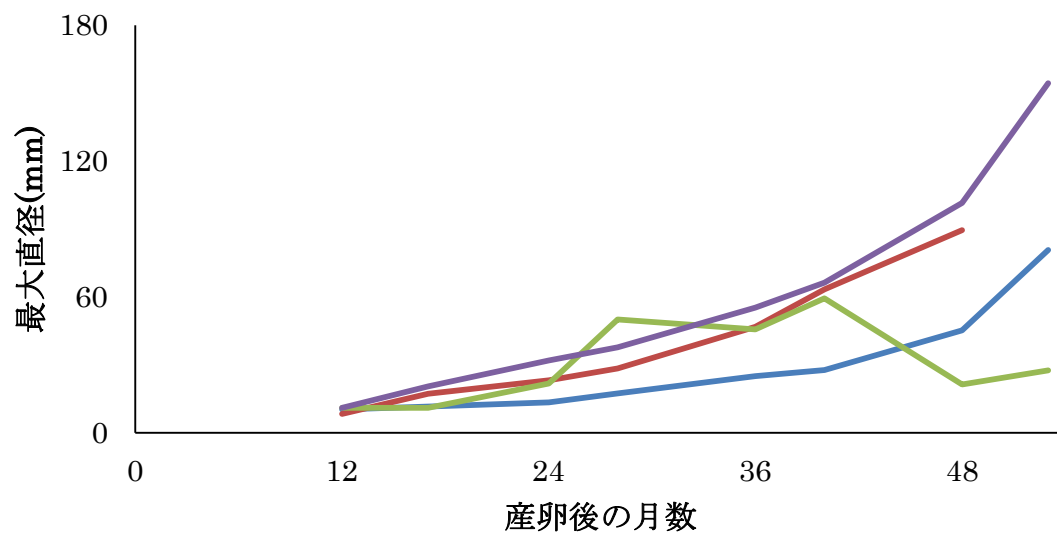


Fig. 3-11 2010 年着生ハナガサミドリイシの最大直径の推移

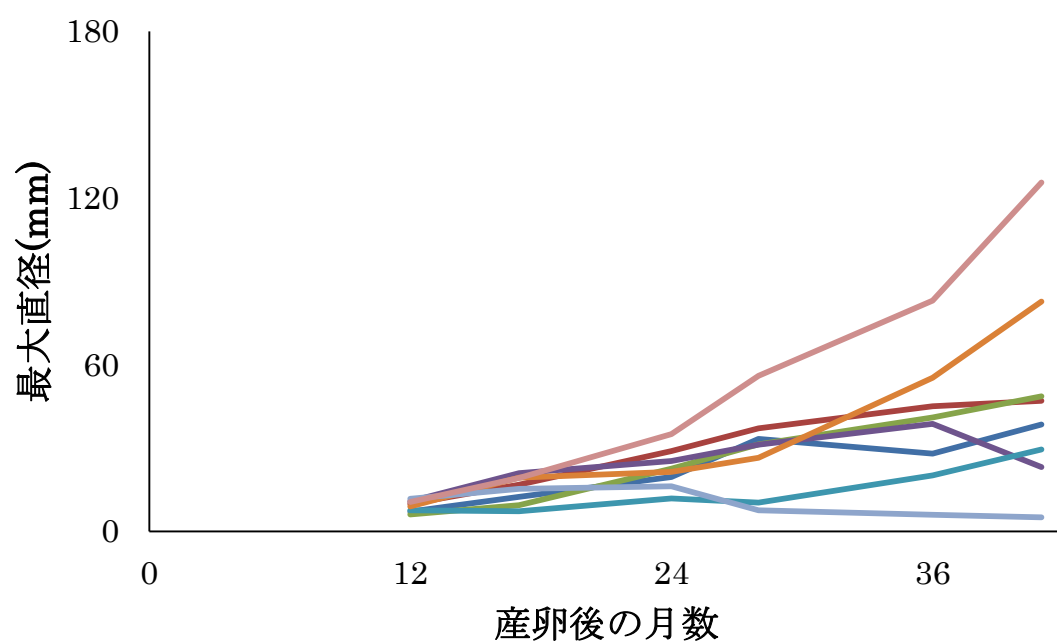


Fig. 3-12 2011 年着生ハナガサミドリイシの最大直径の推移

(2)形状別最大直径

ハナガサミドリイシの形状別の最大直径の推移を示す。

Table. 3-17 ハナガサミドリイシの形状別の最大直径(平均±標準偏差, mm)

| 着生年    | 月数 | EC                           | OB   | SB                            |      | WB                             |      |
|--------|----|------------------------------|------|-------------------------------|------|--------------------------------|------|
| 2010 年 | 12 | 8.1-11.3[n=8]<br>(9.8±1.3)   | —    | —                             |      | —                              |      |
|        | 24 | 11.0-18.5[n=5]<br>(14.9±3.0) | —    | 21.8                          | 23.3 | 32.1                           |      |
|        | 36 | 10.8                         | 35.4 | 25.1                          | 25.8 | 19.1-55.3[n=4]<br>(41.7±15.7)  |      |
|        | 48 | —                            | —    | —                             |      | 21.4-101.6[n=4]<br>(64.5±37.5) |      |
| 2011 年 | 12 | 6.1-11.7[n=8]<br>(9.1±2.0)   | —    | —                             |      | —                              |      |
|        | 24 | 11.8-22.6[n=3]<br>(16.8±5.4) | —    | 19.6-28.9[n=4]<br>(23.8±4.2)  |      | 35.0                           |      |
|        | 36 | 6.0                          | —    | 20.1-45.0[n=5]<br>(34.6±10.3) |      | 55.2                           | 83.1 |

### 3.6.3 ハナバチミドリイシの成長

#### (1) 最大直径

2010 年着生, 2011 年着生のハナバチミドリイシの最大直径の推移を示す。

Fig. 3-18 ハナバチミドリイシの最大直径の推移(平均±標準偏差, mm)

| 産卵後の月数 | 2010 年着生 |      | 2011 年着生             |
|--------|----------|------|----------------------|
|        | n=2      |      | n=7                  |
| 12     | 11.7     | 1.7  | 4.7-11.9(8.0±2.5)    |
| 24     | 19.2     | 25.5 | 10.4-37.9(21.1±8.6)  |
| 36     | 29.0     | 47.5 | 21.5-67.0(43.9±16.7) |
| 48     | 46.2     | 64.7 | —                    |

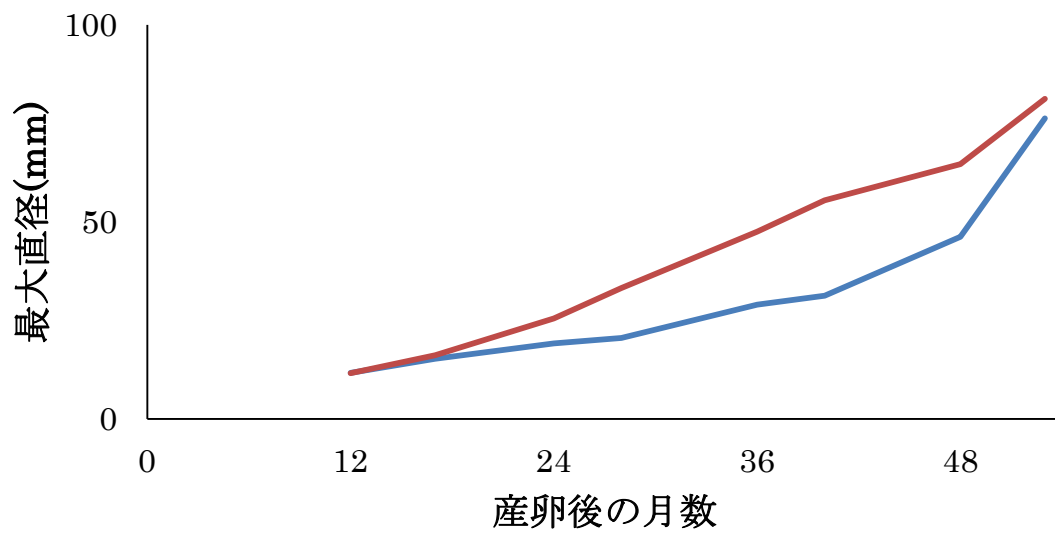


Fig. 3-13 2010 年着生のハナバチミドリイシの最大直径の推移

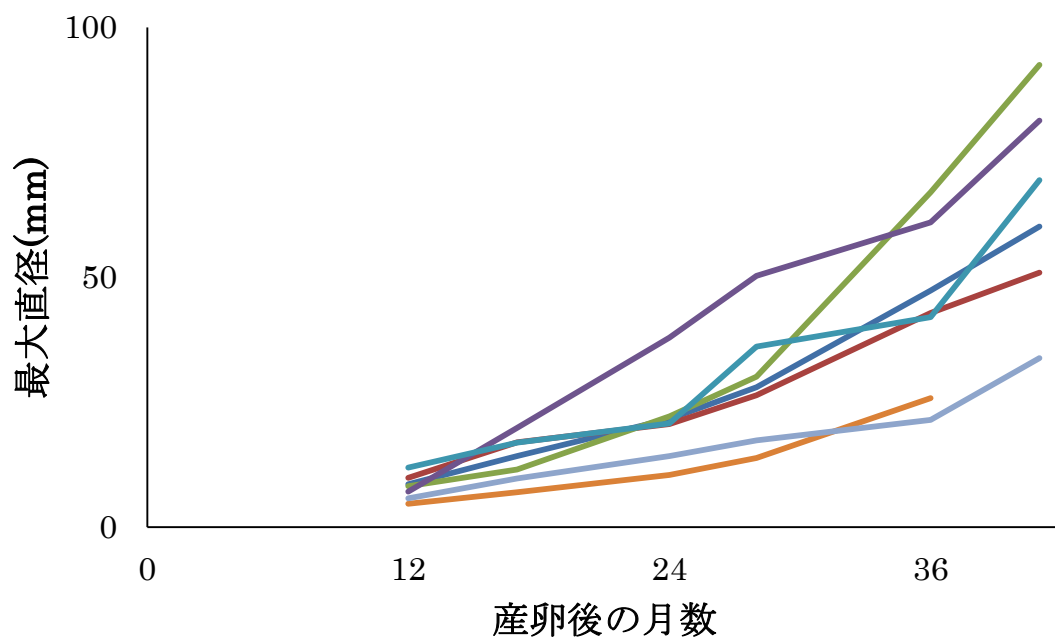


Fig. 3-14 2011 年着生のハナバチミドリイシの最大直径の推移

(2) 形状別最大直径

ハナバチミドリイシの形状別最大直径を示す。

Table. 3-19 ハナバチミドリイシの形状別最大直径の推移(平均±標準偏差, mm)

| 着生年    | 月数 | EC                          | OB   | SB                           | WB                            |      |
|--------|----|-----------------------------|------|------------------------------|-------------------------------|------|
| 2010 年 | 12 | 8.4-11.7[n=4]<br>(10.5±1.6) | 9.8  | —                            | —                             |      |
|        | 24 | 20.6                        | 19.2 | 19.8                         | 12.9                          | 25.5 |
|        | 36 | —                           | —    | —                            | 20.6-47.5[n=5]<br>(30.4±11.0) |      |
|        | 48 | —                           | —    | —                            | 46.2                          | 64.7 |
| 2011 年 | 12 | 4.7-11.9[n=7]<br>(8.0±2.5)  | —    | —                            | —                             |      |
|        | 24 | 14.2                        | —    | 10.4-37.9[n=5]<br>(22.6±9.8) |                               | 20.7 |
|        | 36 | —                           | —    | 61.0                         | 21.5-67.0[n=6]<br>(41.1±16.3) |      |



#### 3.6.4 クシハダミドリイシの成長

2010 年着生のクシハダミドリイシ 1 群体のサイズと形状について示す (Table. 3-20)。

また, 1 年ごとの成長経過を Fig. 3-15 に示す。

Table. 3-20 クシハダミドリイシ 4 才までのサイズと形状

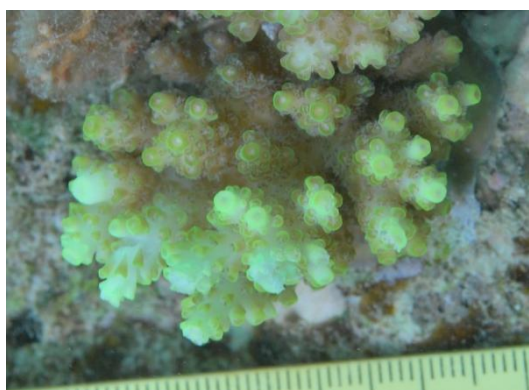
| 産卵後の月数 | 2010 年着生  |    |
|--------|-----------|----|
|        | 最大直径 (mm) | 形状 |
| 12     | 10.7      | EC |
| 24     | 26.8      | SB |
| 36     | 47.2      | WB |
| 48     | 71.5      | WB |



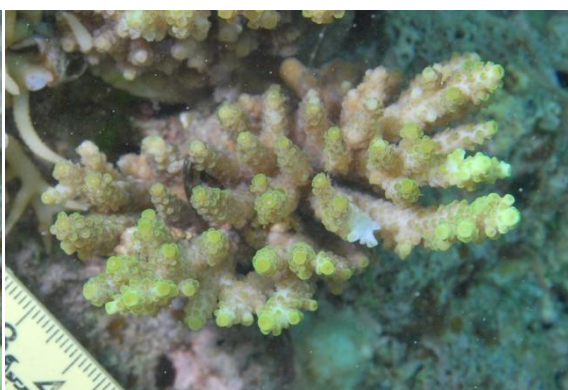
12 月



24 月



36 月



48 月

Fig. 3-15 クシハダミドリイシの成長経過

### 3.6.5 ウスエダミドリイシの成長

ウスエダミドリイシ 2 群体のサイズと形状について示す (Table. 3-21)。2010 年着生の 36 月では、追跡群体が隣接する群体に隠れているため、サイズの計測ができなかった。

Table. 3-21 ウスエダミドリイシの 3 才までのサイズと形状 (n=2)

| 産卵後の月数 | 2010 年着生  |    | 2011 年着生  |    |
|--------|-----------|----|-----------|----|
|        | 最大直径 (mm) | 形状 | 最大直径 (mm) | 形状 |
| 12     | 7.5       | WB | 5.2       | WB |
| 24     | 42.3      | WB | 33.1      | WB |
| 36     | —         | WB | 103.1     | WB |



12 月

24 月



36 月

Fig. 3-16 ウスエダミドリイシの成長経過 (2011 年着生)

### 3.6.6 樹枝状ミドリイシの成長

石西礁湖北礁では少ない樹枝状ミドリイシの幼期の成長が，サンプル数が少ないものの，明らかとなった。樹枝状ミドリイシは被覆部を広げるよりも特定の樹枝を伸長させることを優先するため，最大直径のサイズ比較は適切ではないと考え，樹枝部の長さ(以下，樹枝長)で比較を行った。トゲスギミドリイシは4才まで，クロマツミドリイシ，コエダミドリイシは3才までの追跡結果を以下に示す。

#### (1) トゲスギミドリイシ

2010年着生のトゲスギミドリイシが2群体，4才まで生残した。トゲスギミドリイシの樹枝長と形状について Table. 3-22 に示す。また，2群体の1年ごとの成長過程について Fig. 3-17 に示す。尚，トゲスギ(32 B)の36月は写真撮影のミスのため，樹枝長のデータがない。

Table. 3-22 トゲスギミドリイシの4才までの樹枝長と形状(n=2)

| 産卵後の月数 | トゲスギ(20 C) |    | トゲスギ(32 B) |    |
|--------|------------|----|------------|----|
|        | 樹枝長(mm)    | 形状 | 樹枝長(mm)    | 形状 |
| 12     | 0          | EC | 0          | EC |
| 24     | 18         | SB | 42.0       | WB |
| 36     | 41.7       | WB | —          | WB |
| 48     | 123.1      | WB | 173.5      | WB |





12 月 (20C)



12 月 (32B)



24 月 (20C)



24 月 (32B)



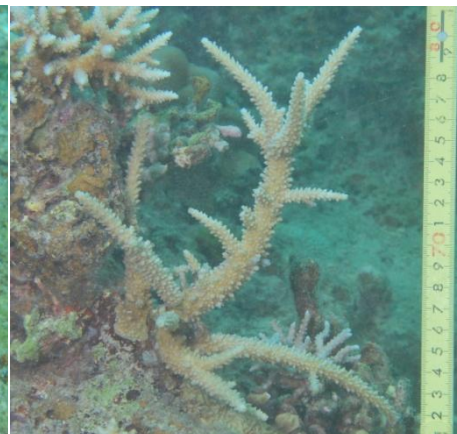
36 (20C)



36 月 (32B)



48 月 (20C)



48 月 (32B)

Fig. 3-17 トゲスギミドリイシの成長経過(2010 年着生)

## (2) クロマツミドリイシ

2011 年着生のクロマツミドリイシ 6 群体が 3 才まで生残した。尚, Table. 3-23 の 12 月でのサンプルが 2 群体のみである。残る 4 群体は側面からの写真撮影が困難であり, 樹枝長を計測できなかった。

Table. 3-23 クロマツミドリイシの樹枝長(平均±標準偏差, mm)

|           | 12 月 |     | 24 月                         | 36 月                          |
|-----------|------|-----|------------------------------|-------------------------------|
| クロマツミドリイシ | 0    | 6.9 | 7.5-44.6[n=6]<br>(24.3±15.6) | 38.4-87.7[n=6]<br>(60.9±18.4) |

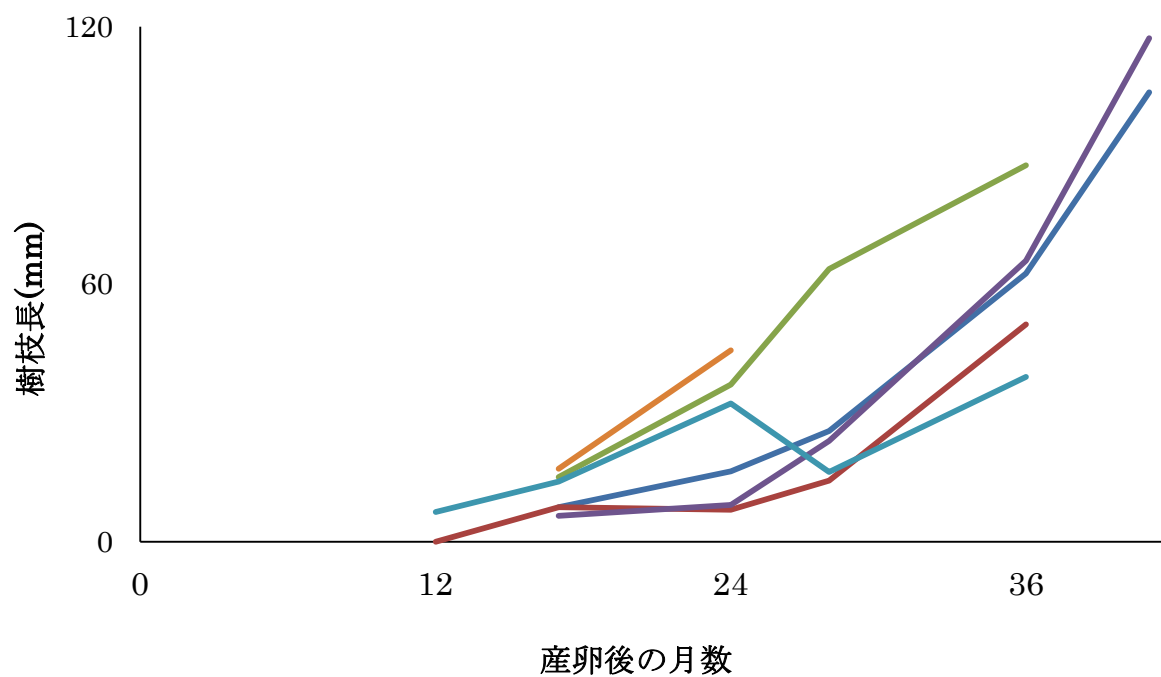


Fig. 3-18 クロマツミドリイシの樹枝長の推移



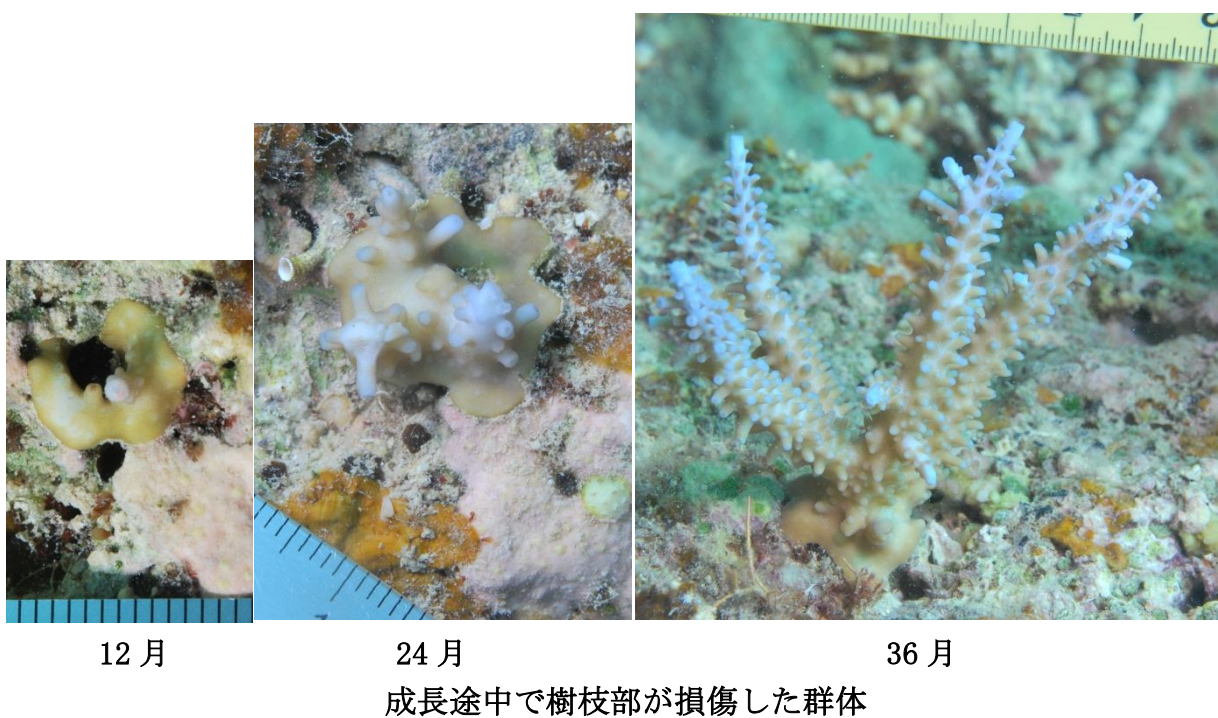
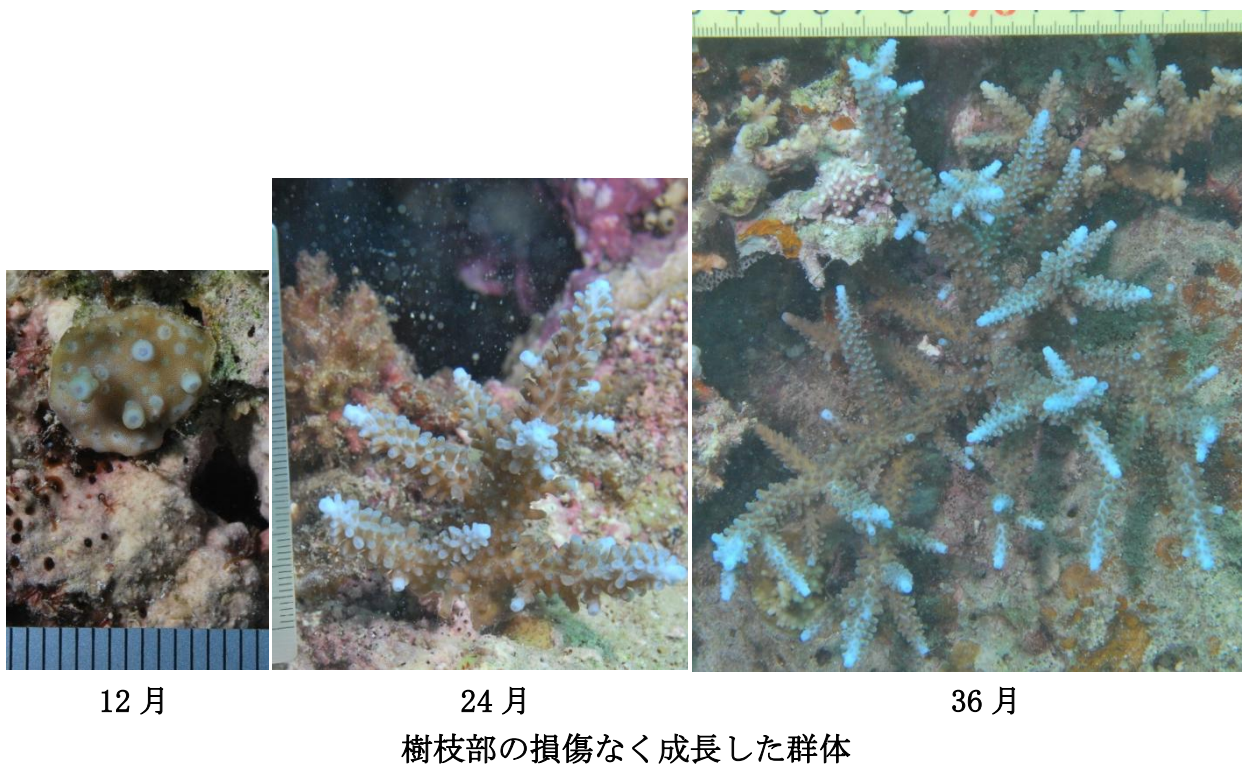


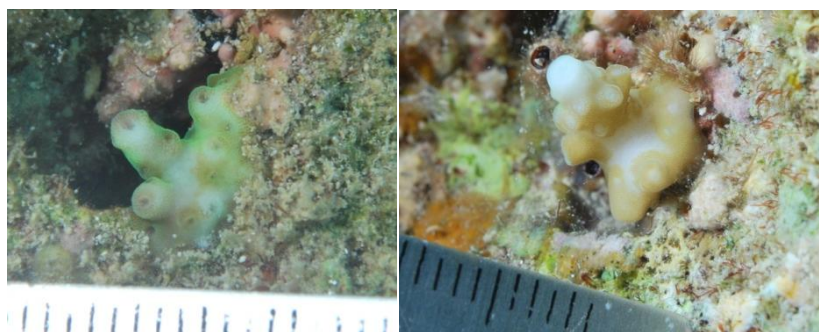
Fig. 3-19 クロマツミドリイシの成長経過

### (3) コエダミドリイシ

2010 年着生のコエダミドリイシの 36 月までの成長が 1 群体判明した。その樹枝長と形状について Table. 3-24 に示す。また、3 才までの成長経過を Fig. 3-20 に示す。

Table. 3-24 コエダミドリイシの樹枝長と形状

|          | 12 月 | 24 月 | 36 月 |
|----------|------|------|------|
| 樹枝長 (mm) | 2.0  | 7.1  | 18.0 |
| 形状       | OB   | OB   | WB   |



12 月

24 月



36 月

Fig. 3-20 コエダミドリイシの成長経過

## 第Ⅳ章 考察

本研究は、名蔵湾 St.5 に点在しているサンゴ礁上に生育するミドリイシ属サンゴの群体識別追跡を行い、4 才までのミドリイシの成長と生残の実態を明らかにすることを目的とした。以下、4 才までのミドリイシの成長・生残について考察する。

### 4.1 ミドリイシの生残について

#### 4.1.1 ミドリイシ属全種の生残

2011 年 6 月に最大直径 12 mm 未満の 205 群体を 2010 年着生の 1 才ミドリイシとして特定し、一斉産卵後 53 月まで追跡した。同様に、2012 年 5 月に 354 群体を 2011 年着生の 1 才ミドリイシとして特定し、一斉産卵後 41 月まで追跡した。2010 年着生及び 2011 年着生ミドリイシの 12-24 月の生残率は、それぞれ 40.0%, 33.9%であり、12-36 月での生残率はそれぞれ 20.0%, 17.2%であった。また、2010 年着生ミドリイシの 12-48 月の生残率は 9.9%であった。「石西礁湖北礁におけるミドリイシ属サンゴ 5 才までの成長について(糠信 未発表)」によると、石西礁湖北礁に生育するミドリイシの生残率は、12-24 月で 34.3-37.4%, 12-36 月で 13.7-19.0%, 12-48 月では 6.5-12.7%である。このことから、北礁と名蔵湾における、幼期のミドリイシの生残にほとんど差が見られなか



った。

#### 4.1.2 ミドリイシの1才のサイズと生残の関係性

2010 年着生, 2011 年着生ミドリイシは, それぞれ 2011 年 6 月, 2012 年 5 月の調査で最大直径が 12 mm未満の群体を 1 才ミドリイシと特定した。しかし, そのサイズにはばらつきがあり, そのサイズの違いがもたらす生残への影響を明らかにするため, 4.0 mm 以下, 4.1–7.0 mm, 7.1–10.0 mm, 10.1 mm以上の 4 グループに分け, 生残率を求めた。

2010 年着生ミドリイシでは, 4.0 mm以下, 4.1–7.0 mm, 2011 年着生ミドリイシでは 4.0 mm以下の群体は, 36 月までに全群体が死亡していた。また, 2010 年着生, 2011 年着生ミドリイシの全ての年齢間において, 10.1 mm以上が最も高い生残率を示した。また, 北礁でも同様の結果が得られたことが報告されている(糠信 未発表)。このことから, ミドリイシの1才のサイズは, 以後のミドリイシの生残に影響を与えられられる。

#### 4.1.3 一斉産卵から 24 月後で 12 mm未満の群体について

本研究では, 最大直径 12 mm未満のミドリイシを 1 才として特定したが, 一斉産卵 24 月後, 2010 年着生では 76 群体中 11 群体(14.5%), 2011 年着生では 115 群体中 28 群体(24.3%)の直径が 12 mm未満であった。そのうち 2010 年着生は 7 群体が 17 月後のサイズ

よりも小さく，2011 年着生は 17 群体が 16 月後のサイズよりも小さくなっていた。24 月後に 12 mm未満のミドリイシは被覆状を呈しているため，1 才で 12 mm未満のミドリイシと区別することは困難であった。24-36 月の生残率は 22.2-27.3%と低く（ミドリイシ全種の 24-36 月の生残率：51.3-52.1%），また，2010 年着生で 12 月後に 12 mm未満の群体は，48 月まで生残していなかった。このことから，産卵から 24 月後で 12 mm未満のミドリイシは，成長の遅れを取り戻せず，以後生残する可能性が低くなると考えられる。

#### 4.2 ミドリイシの成長に伴う形状の変化

ミドリイシの成長に伴う形状の変化を，以下の 4 つに分け，以後の変化を考察した。  
被覆状（Encrusting：EC），1 本の樹枝形成（One branch：OB），複数の樹枝を形成（Several branches：SB），樹枝部のサイズが被覆部のサイズを超える（Wider branches than the size of encrusting：WB）。

その結果，名蔵湾のミドリイシは，1 才でほとんどが被覆状（EC），2 才で被覆部が成長したが，それ以上に SB，WB の合計の割合が 61.8-73.0%となり樹枝部の成長が目立った。3 才では 8 割以上の群体の樹枝部が被覆部のサイズを超えた（WB）。上方に成長していた樹枝が側方に広がり，この時期では，成熟群体の特徴のテーブル状，コリンボース状の群体形に近い形となった。そのため，種の同定もほとんどが可能となった。

「石西礁湖北礁におけるミドリイシ属サンゴの 5 歳までの成長について（糠信 未発

表)」によれば、北礁のミドリイシは一斉産卵 12 月後で確認される形状が、EC のみであり、他の形状が見られないことが分かっている。24 月段階においても、樹枝部が被覆部のサイズを超えている群体は、ほぼ見られなかった(205 群体中 1 群体)。それに対し、名蔵湾では 12 月で、すでに OB の割合が 10%ほどであり、24 月では WB の割合が 31.5-38.2%で、30%を超えている。この名蔵湾における 24 月での WB 群体数の割合は、北礁における 36 月での WB 群体数の割合と差がほとんど見られない(北礁：31.7-40.0%)。つまり、名蔵湾の方が、側方に向かって樹枝を伸ばすと言える。これは、海域により成長の違いが生まれたのではないかと考えられる。北礁は、水深 1m ほどの波当たりの強く、外洋に面している海域である。一方、名蔵湾は内湾性で、外洋波浪の影響が少ない比較的穏やかな海域のため、北礁に生育するミドリイシのように幼期の流出を避けるための基盤強化の必要性が低く、基盤部を強化するよりも樹枝部を優先して伸ばしたと考えられる。

### 4.3 幼期のミドリイシのサイズ

名蔵湾のミドリイシは、1才でほとんどが被覆状(EC)、2才で樹枝を伸ばし、3才では8割の群体の樹枝部が被覆部のサイズを超えた(WB)。この形状にまで成長すると、成熟群体の特徴が表れ始めるため、同定が可能になる。また、以後の成長は種ごとに成長速度が異なるため、36月以降は種毎に成長を比較する必要がある。従って、樹枝部のサイズが被覆部を超えていない群体(WB)を除いた群体(EC, OB, SB)での2010年着生と2011年着生の比較を行った。2010年着生, 2011年着生ミドリイシの36月までのサイズをEC, OB, SBの3種毎に分けて示した(Table. 4-1)。

その結果、2010年着生、2011年着生で、24月までに最大直径に差はほとんど見られなかった。しかし、36月になると、2011年着生ミドリイシの方が約10mm大きくなっていた。また、形状ごとに比較すると、ECとOBにサイズの差はほとんど見られないが、SBは24月でEC, OBより5mm以上大きくなっていることがわかった。

Table. 4-1 形状ごとの最大直径の推移

| 着生年    | 産卵後の月数 | EC              | OB             | SB              |
|--------|--------|-----------------|----------------|-----------------|
| 2010 年 | 12 月   | 3.8-11.9[n=168] | 4.6-11.9[n=22] | 8.2-11.7[n=12]  |
|        |        | (8.6±1.9)       | (9.9±1.8)      | (9.7±1.1)       |
|        | 24 月   | 7.3-24.0[n=15]  | 9.1-27.3[n=14] | 9.5-43.2[n=23]  |
|        |        | (14.0±5.4)      | (17.2±4.8)     | (22.2±6.9)      |
|        | 36 月   | 10.8            | 35.4           | 21.9-34.2[n=5]  |
|        |        |                 |                | (26.5±4.6)      |
| 2011 年 | 12 月   | 2.6-11.9[n=284] | 6.2-11.9[n=36] | 3.8-11.9[n=29]  |
|        |        | (8.0±2.2)       | (9.3±1.5)      | (9.5±2.2)       |
|        | 24 月   | 3.8-22.6[n=24]  | 7.1-15.3[n=6]  | 6.9-37.9[n=39]  |
|        |        | (11.7±5.5)      | (11.4±3.4)     | (18.6±6.2)      |
|        | 36 月   | 6.0             | -              | 17.7-61.0[n=10] |
|        |        |                 |                | (34.9±13.6)     |

また、名蔵湾と北礁における WB 以外 (EC, OB, SB) の群体のサイズの比較を Table. 4-2 に示した。その結果、名蔵と北礁のサイズの差は、ほぼ見られなかった。従って、種の特徴があまり出ていない、EC, OB, SB の形状では、そのミドリイシの生育する海域によって違いが表れないと考えられる。

Table. 4-2 名蔵湾と北礁の WB 以外の群体のサイズ比較 (平均±標準偏差, mm)

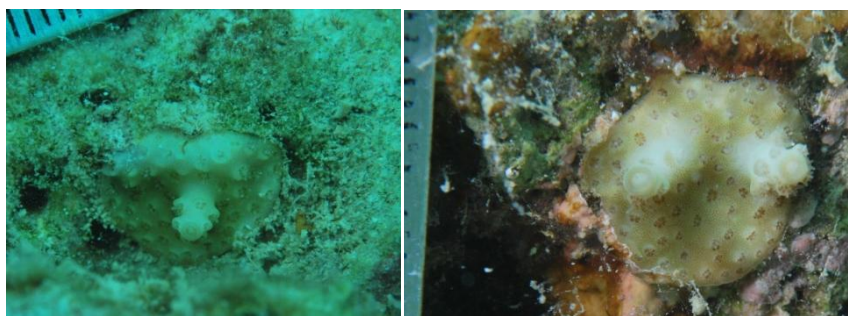
| 一斉産卵後の月数 | 名蔵湾       | 北礁        |
|----------|-----------|-----------|
| 12       | 8.5±2.1   | 8.0±2.2   |
| 24       | 16.8±6.9  | 19.0±7.7  |
| 36       | 29.7±13.3 | 31.1±11.5 |

#### 4.4 ミドリイシの種別の成長について

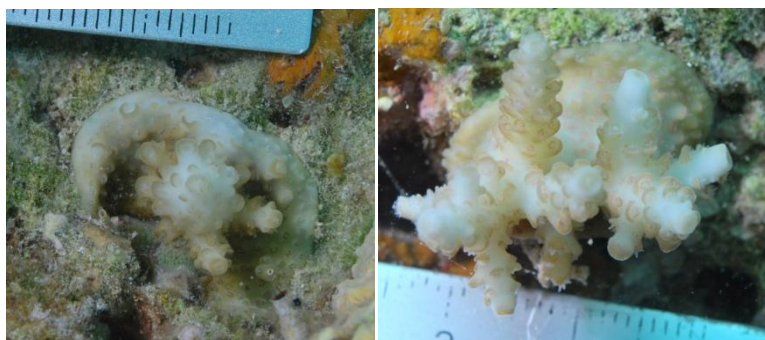
以下、追跡群体の中で、群体数の多い3種について考察する。

##### 4.4.1 タチハナガサミドリイシ

タチハナガサミドリイシの成長の一例を示す(Fig. 4-1)。タチハナガサミドリイシは12月から、群体の中央より樹枝を伸ばし始めているものが確認されている。また、中には既に樹枝が数本確認されている群体も存在する。24月において、2010年着生では被覆状の群体が見られなくなった。また、枝を一本伸ばしている群体も両着生ともに少なく、タチハナガサミドリイシは24月段階で、被覆部強化よりも、枝の伸長を優先していると考えられる。また、2才から3才にかけて樹枝を側方に伸ばし始める群体が多く見られた。ここで、36月の形状別の平均サイズを比較する。2010年着生では、SBが27.2mm(n=3), WBが36.4mm(n=16), 2011年着生ではSBが28.1mm(n=3), WBが49.7mm(n=32)であり、SBとWBの差が、2010年着生では約10mm, 2011年着生では約20mmの差が生まれている。また、2010年着生で、36月にSBであった群体は48月では1群体のみの生残に留まっている。このことから、タチハナガサミドリイシにおいて、36月時点で樹枝部が被覆部を超えて成長していないと成長不良の群体と考えられる。



1 才



2 才



3 才



4 才

Fig. 4-1 タチハナガサミドリイシの成長例



#### 4.4.2 ハナガサミドリイシ

ハナガサミドリイシの成長の一例を示す(Fig. 4-2)。ハナガサミドリイシは12月時点で、全ての群体が被覆状を呈していた。24月においても、2010年着生、2011年着生を合計した16群体中8群体である、半数が被覆状であった。また、12、24月で両着生年共に、OBが見られなかった。このことから、名蔵湾に生育するハナガサミドリイシは、一本の樹枝を伸ばすのではなく、被覆部全体から数本の樹枝を同時に伸ばし始める傾向があることがわかった。そのため、36月では、全ての形状が見られる。しかし、36月でWBではなかった群体は4群体中3群体が4才になる前に死亡している。従って、36月時点でWBになることで、その後の成長が安定すると考えられる。

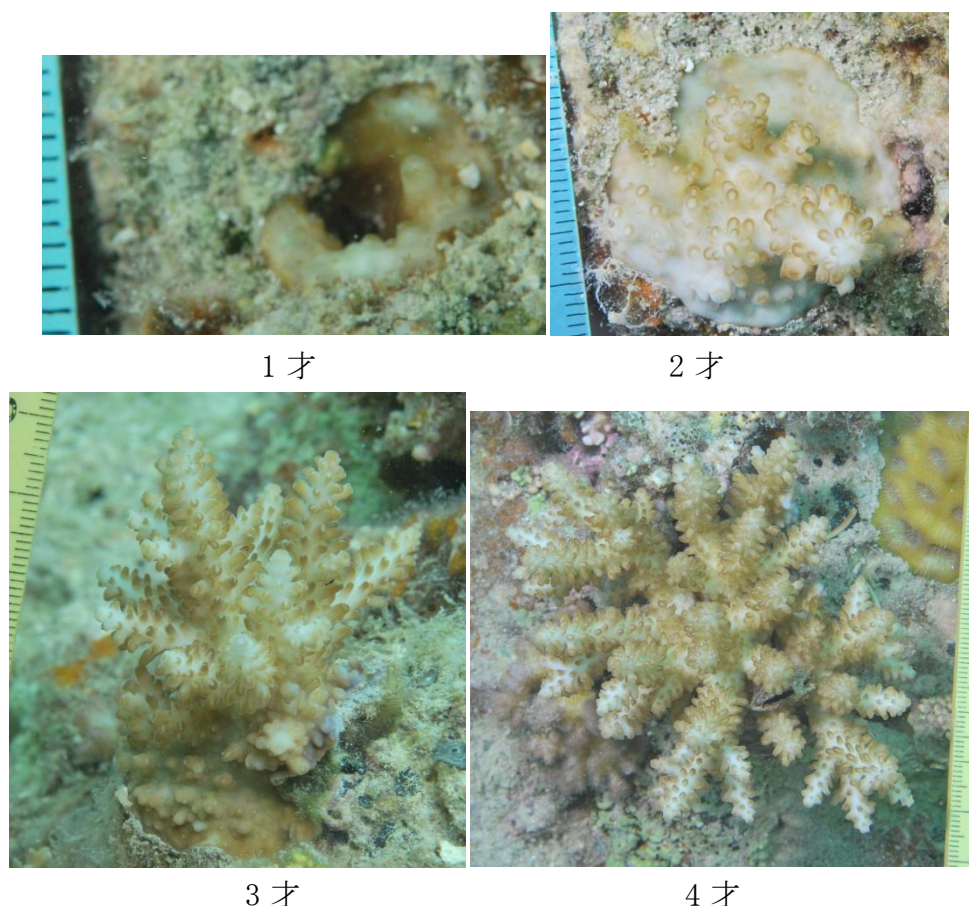


Fig. 4-2 ハナガサミドリイシの成長経過一例

ここで、石西礁湖北礁に生育するハナガサミドリイシとの成長の比較を示した (Table. 4-3, Fig. 4-3, 4)。4 才までの各年齢での平均を比較したが、両海域間では、ほとんど差が見られなかった。また、特に 3 才以降の標準偏差の値が大きく、群体ごとによって成長のばらつきがあった。従って、3 才以降に平均で比較するのは不適切だと考え、各年齢での最大値で比較することにした。その結果、4 才での最大値は両海域共に、100mm を超えており、差がなかった。このことから、ハナガサミドリイシの上面観のサイズにおいては、名蔵湾と北礁の間に違いがほとんどないと言える。また、ハナガサミドリイシの成長の伴う形状の変化においても、各年齢で、形状割合の差が見られず、成長が同一傾向であることが示唆された。(西平 1995)は、ハナガサミドリイシは「サンゴ礁海域に分布し、さまざまな環境で普通に見ることができる」と示していることから、高い環境適応能力を持つ種であると考えられる。このため、北礁と名蔵湾のような環境が異なる海域間においても、成長傾向に変化が生じなかったのではないかと考えられる。

Table. 4-3

名蔵湾と北礁でのハナガサミドリイシのサイズ(平均±標準偏差, mm)

| 年齢<br>[才] | 名蔵湾 |                        | 北礁  |                        |
|-----------|-----|------------------------|-----|------------------------|
|           | 群体数 | サイズ                    | 群体数 | サイズ                    |
| 1         | 16  | 6.1-11.7 (9.4±1.7)     | 15  | 4.2-10.7 (8.5±2.1)     |
| 2         | 16  | 11.0-35.0 (20.8±7.0)   | 15  | 9.4-29.8 (18.8±5.5)    |
| 3         | 16  | 6.0-83.1 (36.3±19.4)   | 15  | 12.8-57.0 (32.0±12.5)  |
| 4         | 4   | 21.4-101.6 (64.5±37.5) | 10  | 18.1-112.3 (69.2±30.6) |

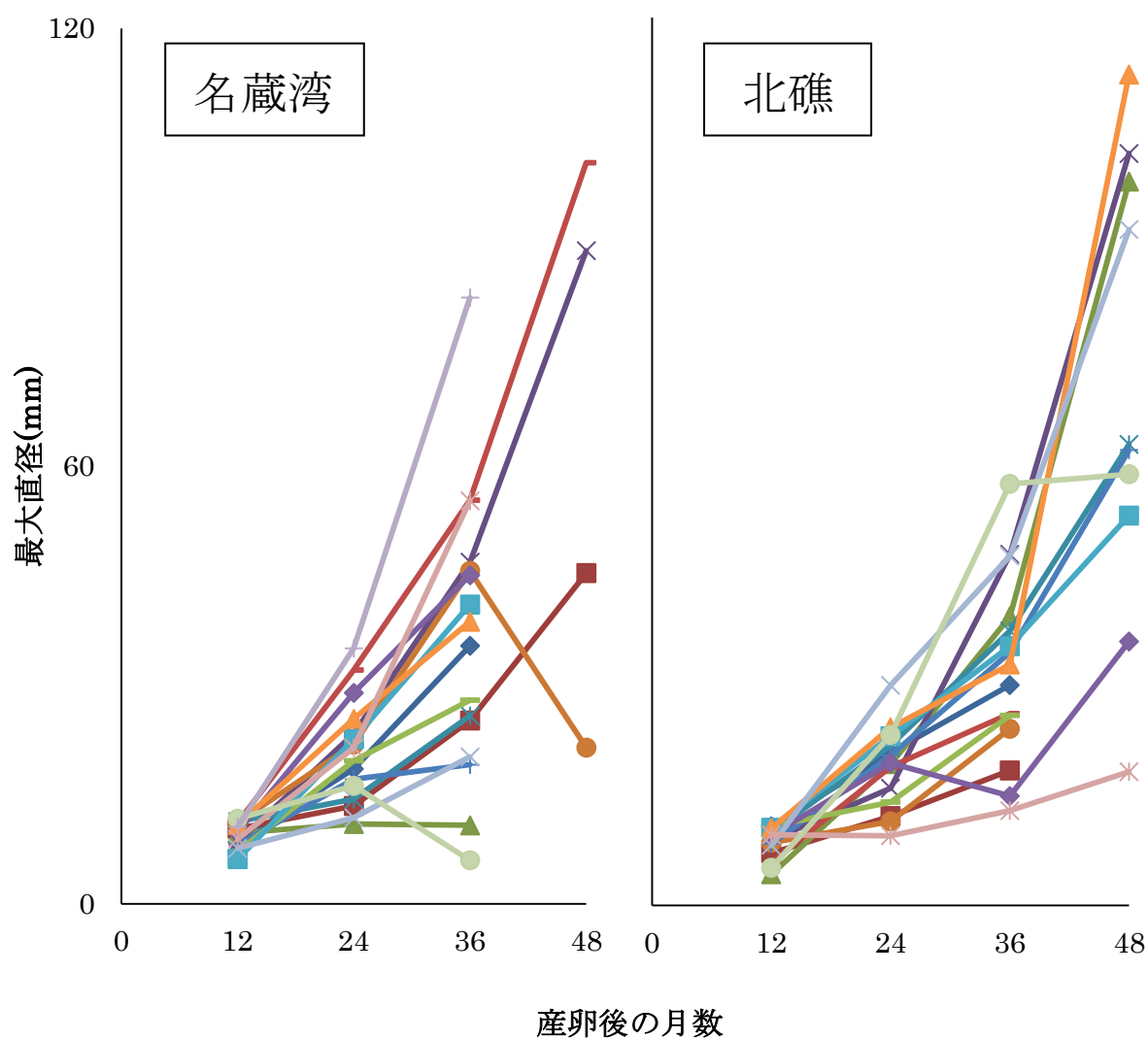


Fig. 4-3 名蔵湾と北礁におけるハナガサミドリイシの最大直径の推移

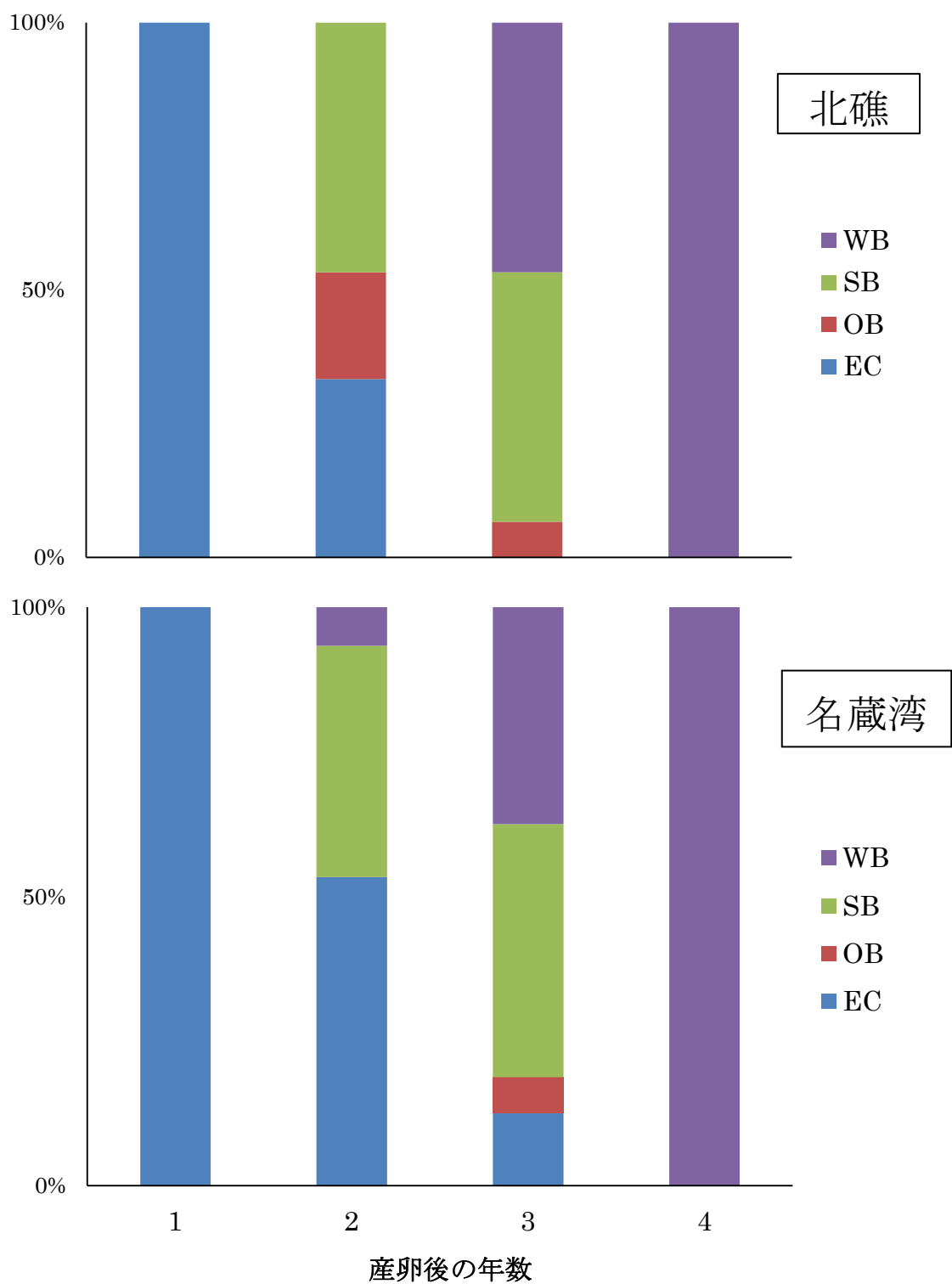


Fig. 4-4 名蔵湾と北礁に生育するハナガサミドリイシの成長に伴う形状変化

#### 4.4.3 ハナバチミドリイシ

ハナバチミドリイシの成長の一例を示す(Fig. 4-5)。ハナバチミドリイシは12月で、合計12群体中11群体が被覆状であった。24月において、2010年着生では、形状にばらつきがあったが、2011年着生では、SBが7群体中5群体と多い結果になった。36月では、12群体中11群体の樹枝部が被覆部を超えていた(WB)。48月で生残している2群体は、側方だけではなく、特に、上方に向かってテーブルの柱を形成していた。北礁に生育するテーブル状群体である、クシハダミドリイシ、コユビミドリイシには見られなかった特徴である。この傾向は、名蔵の穏やかな海況によるものであると推測される。

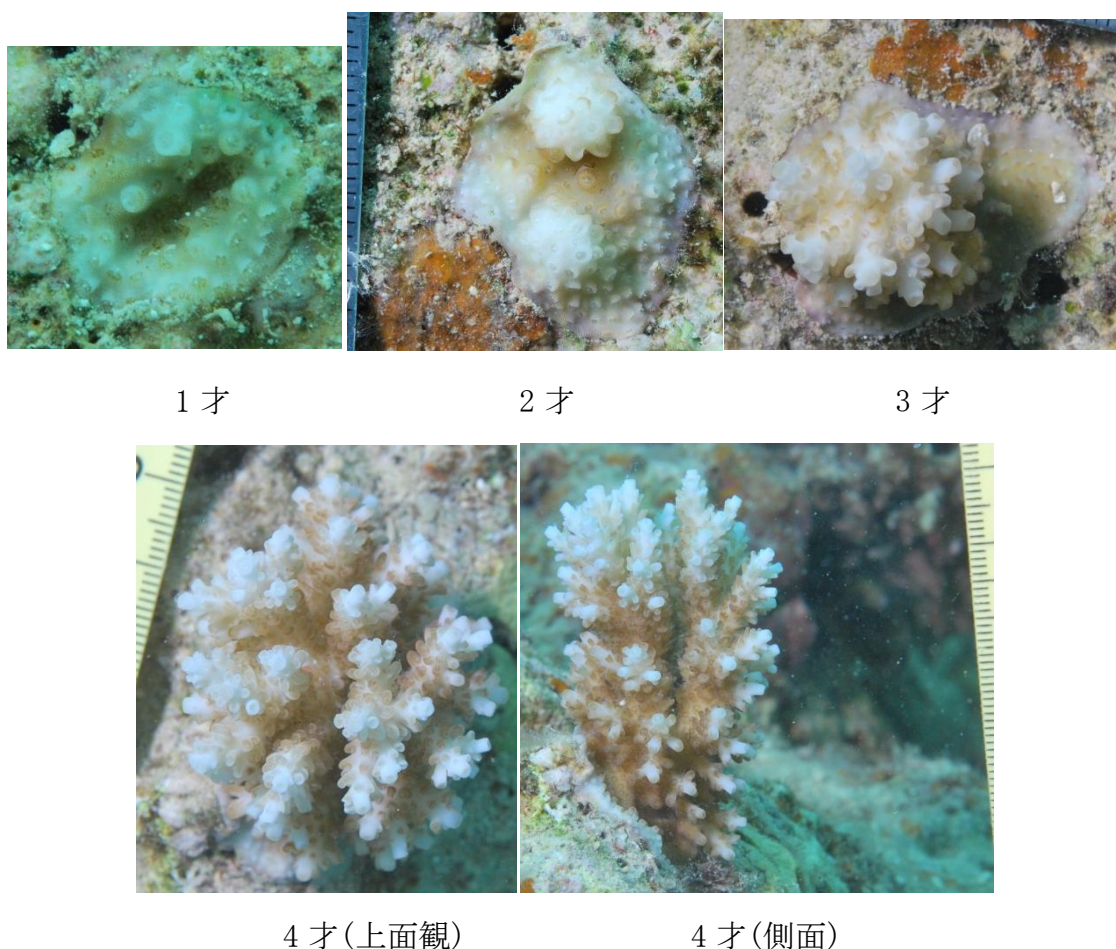


Fig. 4-5 ハナバチミドリイシ成長経過一例

#### 4.4.4 ミドリイシ3種の比較

本研究では、ミドリイシの形状を4つに分類し、タチハナガサミドリイシ、ハナガサミドリイシ、ハナバチミドリイシの3種の最大直径を求めた。その結果、3種の3才までのサイズに大きな違いは見られなかった。タチハナガサミドリイシ、ハナガサミドリイシは4才で最大100mmを超えていた。ハナバチミドリイシは、最大64.7mmであった。ハナバチミドリイシは、3才から上方に樹枝を伸ばし、テーブルの柱となる部位を形成する傾向にあり、2,3才で樹枝を側方にも形成し始める2種と比べ、上面観のサイズが小さくなったと考えられる。2種の形状の特徴として、タチハナガサミドリイシは、枝を伸ばし始める時期が早く、1才で樹枝を形成している群体が約1割見られた。また、その後、コリンボース状の中でも、樹枝状のように長く伸ばしている傾向があった。ハナガサミドリイシは、1才で全群体が被覆状であり、樹枝形成後も、概ね50mmまでは基盤部の成長を継続させる傾向にあった。

## 第V章 結論

名蔵湾に生育するミドリイシの一斉産卵から4才までの成長と生残の実態を明らかにするために、石垣島名蔵湾において、一斉産卵12月後からミドリイシ全種を対象に群  
体識別追跡を行った。2010年着生、2011年着生ミドリイシの計559群体の追跡を行い、  
ミドリイシ属8種を3才まで、5種を4才まで追跡することができた。その結果、ミド  
リイシの幼期の成長・生残の特徴として、幼期の生残には1才のサイズが影響を与え、  
10.1mm以上の群体は高い生残率を示すことがわかった。また、一斉産卵24月後に12mm  
未満の群体は、以後の生残率が低く、一斉産卵48月後には全群体死亡していた。2才ま  
では、種ごとに成長の違いは見られなかったが、3才以降に樹枝部のサイズが被覆部を  
超えた群体の割合が増えるに伴い、種や群体別の成長の差が出始めることがわかった。

本研究によって、北礁の主要3種(クシハダミドリイシ、ハナガサミドリイシ、コユ  
ビミドリイシ)とは異なる、タチハナガサミドリイシとハナバチミドリイシの成長を新  
たに追跡できた。名蔵湾と北礁では、ミドリイシ全種の生残率、WBを除いた群体のサイ  
ズ、共にほとんど違いが見られなかった。また、共通種であるハナガサミドリイシのサ  
イズでも違いが見られなかった。従って、名蔵・北礁間でサイズ・生残率の違いは見ら  
れなかった。群体形の特徴としては、名蔵湾ではコリンボース状であっても、樹枝を無  
造作に伸ばし、樹枝状に近い群体形を形成することがわかった。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり，東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科海洋システム工学専攻海洋計測工学研究室の岡本峰雄教授には終始献身的な御指導，御鞭撻を承りましたことを厚く御礼申し上げます。多くの方々との出会い，沖縄県石垣島周辺の貴重な海域での調査，日々の勉学において多くの機会と経験をさせて頂いたことを心より深く御礼申し上げます。また，応用情報システム工学研究室の宮本佳則准教授，先端科学技術センター甘糟和男助教，研究を行う中で平素より終始御助言，御指導を頂きました。心より御礼を申し上げます。

博士前期課程2年富岡春香さん，西川進太郎さん，糠信元太郎さん，そして学部生の伊藤花恵さん，小室茜さん，クルズ・デイビットさん，高橋理さん，水産専攻科の中村祥さんには日々の生活や研究・調査で大変お世話になり，心から感謝しています。

卒業生の Andreas Roeroe さん，田闊さん，今井彩乃さん，杉田篤信さん，新田洋一朗さん，樋口直樹さん，風巻宏太さん，福嶋慧さん，伊藤菜津美さん，加藤太朗，小松亮佑さん，成瀬香さん，水田翔さん，楊曉霞さん，齋藤慶一郎さん，高橋優人さんには，調査研究から日々の生活に至るまで多大な御助言と御協力を頂き，また助けて頂きました。心より感謝申し上げます。また，石垣島で安全に調査ができるようご指導してくださった小黑至さん，また国際サンゴ礁研究モニタリングセンターの皆さん，マリンポイントの皆さんには大変お世話になり，心から感謝申し上げます。



最後に今日の私がいますのも，進学を理解してくれ日々支えてくれている家族に心より深く感謝申し上げます.

## 引用文献

- Babcock R. C, Heyward A. J (1986) Larval development of certain gamete-spawning scleractinian corals. *Coral Reefs* 5:111-116
- Birkeland C. (1997) Life and Death of Coral Reefs
- Berkelmans R, Death G, Kininmonth S, Skirving WJ. A Comparison of the 1998 and 2002 coral bleaching events on the Great Barrier Reef; spatial correlation, patterns, and predictions. *Coral Reefs*.23, 74-83
- Douglas AE (2003) Coral bleaching - how and why?, *Mar Pollut Bull*, 49, 385-392
- English S, Wilkinson C, Baker V (1997) Survey manual for tropical marine resources 2<sup>nd</sup> edition, Australian Institute of Marine Science
- Frydk P (1979) The effect of parrotfish (Scaridae) on coral in Varvados, WI. *Int Revue Ges Hydrobiol* 64:737-748
- Hall VR (1997) Interspecific differences in the regeneration of artificial injuries on scleractinian corals. *J Exp Mar Biol Ecol* 212:9-23
- Hall VR (2001) The response of *Acropora hyacinthus* and *Montipora tuberculosa* to three different types of colony damage: scraping injury, tissue mortality, and breakage. *J Exp Mar Biol Ecol* 264:209-223
- Henry LA, Hart M (2005) Regeneration from injury and resource allocation in sponges and corals-a review. *Int Rev Hydro* 90:125-158
- Hunter S.Lenihan, Peter J.Edmunds (2010) Response of *Pocillopora verrucosa* to corallivory varies with environmental conditions *Mar Ecol Pron Ser* 409:51-63
- Kent E. Carpenter, et al. (2008) One-Third of Reef-Building Corals Elevated Extinction Risk from Climate Change and Local Impacts, *Science* 321, 560
- Meester EH, Pauchli W, Bak RPM (1997) Predicting regeneration of physical damage

on a reef-building coral by regeneration capacity and lesion shape. *Mar Ecol Prog Ser* 146:91-99

Okamoto M, Nojima S, Furushima Y. (2007) Temperature environments during coral bleaching events in Sekisei Lagoon. *Bull. JPN. Soc. Fish. Oceanogr.* 71, 112-121.

R. M. Bonaldo, J. P. Krajewski, D. R. Bellwood (2011) Relative impact of parrotfish grazing scars on massive *Porites* corals at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* Vol. 423:223-233

Rotjan RD, Lewis SM (2005) Selective predation by parrotfishes on the reef coral *Porites astreoides*. *Mar Ecol Prog Ser* 305:193-201

Wilkinson C. R. (1996) Global change and coral reefs: impacts on reefs, economies and human cultures. *Global Change Biology* 2, 547-558

秋本慎平 (2007) 石西礁湖における1998年白化以降のクシハダミドリイシの自然再生について, 修士論文, 東京海洋大学

(財) 海中公園センター (2000) 平成10年度造礁サンゴ群集の白化が海洋生態系に及ぼす影響とその保全に関する緊急調査報告書 (海中公園センター編)

環境省・日本サンゴ礁学会 編 (2004) 日本のサンゴ礁

小松亮佑 (2014) 石西礁湖北礁における1-4才ミドリイシ属サンゴの成長・生残について

作田 寧之 (2011) 石西礁湖北リーフにおける1-2才ミドリイシ属サンゴの初期成長過程・生残について

西平 守孝・Veron, J. E. N. (1995) “日本の造礁サンゴ類”, 海遊舎

西平 守孝 (1996) 足場の生態学, 平凡社

野島 哲 (2006) “天草の渚”, 東海大学出版会, 第10章

濱 裕次郎(2014) 石垣島名蔵湾におけるミドリイシ属サンゴの幼期の成長・生残について

樋口 直樹(2012) 石西礁湖北リーフにおける1-3才ミドリイシ属サンゴの現状把握

ヤップ・ミンリー (2008) サンゴを用いた沿岸環境評価ユニットの開発, 修士学位論文, 東京海洋大学

ヤップ・ミンリー (2012) ミドリイシ属サンゴの再生産ポテンシャルに関する評価手法の開発研究, 博士学位論文, 東京海洋大学

## 参考資料

全群体追跡データ

2010年着生追跡群体(2011年6月～2012年10月)

|    |      |       |        | 2011年6月           |         |    | 2011年11月 |         | 2012年5月 |         |    | 2012年10月 |         |
|----|------|-------|--------|-------------------|---------|----|----------|---------|---------|---------|----|----------|---------|
| 定点 | 識別記号 | 方位(°) | 距離(cm) | 種類                | サイズ(mm) | 形状 | 追跡結果     | サイズ(mm) | 追跡結果    | サイズ(mm) | 形状 | 追跡結果     | サイズ(mm) |
| 1  | A    | 170   | 23     | Acropora selago   | 8.42    | EC | 生残       | 13.08   | 生残      | 17.19   | WB | 生残       | 20.05   |
| 1  | C    | 200   | 31     |                   | 6.68    | EC | 生残       | 11.30   | 死亡      |         |    |          |         |
| 1  | D    | 210   | 29     |                   | 5.76    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 1  | E    | 200   | 28     |                   | 7.40    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 2  | A    | 40    | 10     | Acropora cytherea | 11.28   | OB | 生残       | 18.08   | 生残      | 21.54   | SB | 生残       | 31.06   |
| 2  | C    | 310   | 23     |                   | 7.54    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 3  | A    | 150   | 25     |                   | 9.77    | OB | 生残       | 10.23   | 生残      | 12.89   | WB | 生残       | 19.03   |
| 3  | B    | 180   | 59     |                   | 8.59    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 4  | A    | 310   | 31     | Acropora cytherea | 6.59    | EC | 生残       | 13.54   | 生残      | 16.07   | OB | 生残       | 21.8    |
| 4  | D    | 0     | 34     |                   | 11.24   | EC | 生残       | 14.70   | 死亡      |         |    |          |         |
| 5  | A    | 上11   | 左22    |                   | 7.46    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5  | C    | 下20   | 左3     |                   | 11.41   | OB | 生残       | 15.57   | 生残      | 17.29   | WB | 死亡       |         |
| 5  | E    | 下38   | 0      | Acropora nasuta   | 10.60   | EC | 生残       | 16.57   | 死亡      |         |    |          |         |
| 5  | H    | 下54   | 右13    |                   | 6.52    | WB | 生残       | 9.51    | 生残      | 30      | WB | 死亡       |         |
| 6  | A    | 260   | 50     |                   | 8.44    | EC | 生残       | 16.15   | 生残      | 18.5    | EC | 生残       | 31.32   |
| 6  | B    | 320   | 33     |                   | 8.28    | EC | 生残       | 15.84   | 生残      | 22.12   | SB | 生残       | 25.81   |
| 6  | C    | 350   | 22     | Acropora cytherea | 7.51    | EC | 生残       | 11.00   | 生残      | 15.98   | OB | 死亡       |         |
| 6  | D    | 180   | 31     |                   | 11.48   | EC | 生残       | 13.59   | 死亡      |         |    |          |         |
| 7  | B    | 70    | 40     |                   | 11.74   | EC | 生残       | 15.27   | 生残      | 19.22   | OB | 生残       | 20.6    |
| 8  | A    | 60    | 22     |                   | 9.90    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 8  | C    | 270   | 33     | Acropora nasuta   | 10.98   | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 9  | A    | 110   | 50     |                   | 9.63    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 9  | C    | 90    | 33     |                   | 8.20    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 10 | A    | 190   | 10     |                   | 10.31   | EC | 生残       | 11.64   | 生残      | 13.41   | EC | 生残       | 17.47   |
| 11 | A    | 30    | 9      | Acropora nasuta   | 9.70    | EC | 生残       | 11.14   | 生残      | 10.95   | EC | 生残       | 19.03   |
| 12 | A    | 120   | 13     | Acropora selago   | 10.21   | SB | 生残       | 17.29   | 死亡      |         |    |          |         |
| 13 | A    | 110   | 5      |                   | 9.68    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 14 | A    | 290   | 22     |                   | 7.64    | EC | 生残       | 9.28    | 生残      | 9.55    | OB | 生残       | 11.48   |
| 14 | B    | 130   | 20     |                   | 5.78    | EC | 生残       | 14.41   | 死亡      |         |    |          |         |
| 14 | C    | 260   | 25     | Acropora nasuta   | 10.10   | OB | 生残       | 17.29   | 生残      | 22.77   | SB | 生残       | 32.43   |
| 14 | D    | 230   | 34     |                   | 7.66    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 14 | E    | 250   | 40     |                   | 9.28    | OB | 生残       | 16.73   | 生残      | 24.6    | WB | 死亡       |         |
| 15 | A    | 270   | 42     |                   | 11.03   | EC | 生残       | 8.87    | 生残      | 8.12    | EC | 生残       | 4.8     |
| 15 | B    | 270   | 42     | Acropora nasuta   | 5.89    | EC | 生残       | 10.94   | 生残      | 9.86    | EC | 生残       | 6.47    |
| 15 | C    | 240   | 52     |                   | 8.13    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 15 | D    | 240   | 45     |                   | 8.45    | EC | 生残       | 17.25   | 生残      | 23.29   | SB | 生残       | 28.41   |
| 15 | E    | 230   | 48     |                   | 9.39    | EC | 生残       | 19.44   | 生残      | 26.9    | WB | 死亡       |         |
| 15 | G    | 80    | 13     | Acropora selago   | 6.04    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 16 | C    | 10    | 26     |                   | 8.89    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 16 | D    | 30    | 50     |                   | 8.20    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 16 | E    | 0     | 56     |                   | 8.26    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 17 | A    | 310   | 20     | Acropora selago   | 10.34   | EC | 生残       | 9.17    | 死亡      |         |    |          |         |
| 17 | B    | 340   | 25     |                   | 9.34    | EC | 生残       | 16.16   | 生残      | 20.41   | SB | 生残       | 22.32   |
| 18 | A    | 80    | 68     |                   | 9.93    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 18 | B    | 70    | 54     |                   | 7.84    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 18 | C    | 80    | 13     | Acropora selago   | 7.37    | OB | 生残       | 19.45   | 死亡      |         |    |          |         |
| 18 | D    | 350   | 41     |                   | 9.22    | EC | 生残       | 15.30   | 生残      | 23.26   | WB | 追跡不能     |         |
| 20 | A    | 20    | 33     |                   | 8.67    | SB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |

|    |   |     |     |                          |       |    |      |       |      |       |    |      |       |
|----|---|-----|-----|--------------------------|-------|----|------|-------|------|-------|----|------|-------|
| 20 | B | 40  | 29  |                          | 8.50  | EC | 生残   | 16.26 | 生残   | 21.75 | EC | 死亡   |       |
| 20 | C | 170 | 31  | <i>Acropora nobilis</i>  | 10.51 | EC | 生残   | 19.00 | 生残   | 25.56 | SB | 生残   | 29.86 |
| 22 | A | 270 | 13  |                          | 9.09  | EC | 生残   | 17.84 | 死亡   |       |    |      |       |
| 22 | B | 310 | 21  |                          | 8.78  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 22 | C | 250 | 60  |                          | 6.90  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 22 | D | 250 | 直50 |                          | 6.89  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 22 | E | 250 | 直51 |                          | 8.82  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 22 | F | 250 | 直53 | <i>Acropora selago</i>   | 11.02 | EC | 生残   | 16.31 | 生残   | 16.22 | OB | 生残   | 17.14 |
| 23 | A | 340 | 48  |                          | 11.68 | OB | 追跡不能 |       |      |       |    |      |       |
| 23 | C | 130 | 47  |                          | 11.23 | EC | 生残   | 10.86 | 死亡   |       |    |      |       |
| 23 | D | 130 | 47  |                          | 6.11  | EC | 生残   | 11.69 | 死亡   |       |    |      |       |
| 24 | A | 130 | 14  |                          | 9.46  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 24 | B | 130 | 11  | <i>Acropora nasuta</i>   | 11.27 | EC | 生残   | 11.04 | 生残   | 14.36 | EC | 生残   | 19.26 |
| 24 | C | 10  | 直23 |                          | 11.98 | OB | 生残   | 12.58 | 生残   | 15.42 | OB | 追跡不能 |       |
| 24 | D | 110 | 42  |                          | 10.36 | OB | 生残   | 23.92 | 生残   | 26.82 | WB | 生残   | 27.71 |
| 25 | A | 110 | 29  |                          | 6.67  | EC | 生残   | 10.64 | 生残   | 14.73 | OB | 死亡   |       |
| 25 | B | 100 | 14  |                          | 8.54  | WB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 25 | C | 100 | 14  |                          | 7.66  | OB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 26 | B | 0   | 18  | <i>Acropora selago</i>   | 9.68  | EC | 生残   | 18.11 | 生残   | 43.22 | SB | 生残   | 25.37 |
| 27 | A | 150 | 12  |                          | 9.47  | EC | 生残   | 29.35 | 死亡   |       |    |      |       |
| 27 | B | 30  | 58  |                          | 9.07  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 27 | C | 320 | 56  | <i>Acropora nasuta</i>   | 11.14 | EC | 生残   | 11.11 | 生残   | 21.84 | SB | 生残   | 50.11 |
| 29 | A | 270 | 18  |                          | 8.71  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 30 | A | 160 | 24  |                          | 9.74  | SB | 生残   | 14.39 | 生残   | 19.5  | WB | 生残   | 20.26 |
| 30 | B | 160 | 28  |                          | 6.61  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 30 | C | 290 | 23  |                          | 9.14  | OB | 生残   | 20.09 | 生残   | 23    | WB | 生残   | -     |
| 31 | A | 30  | 50  |                          | 11.86 | EC | 生残   | 20.41 | 追跡不能 |       |    |      |       |
| 31 | B | 20  | 50  |                          | 9.93  | EC | 生残   | 16.58 | 死亡   |       |    |      |       |
| 31 | C | 20  | 41  |                          | 7.70  | EC | 生残   | 6.38  | 死亡   |       |    |      |       |
| 31 | E | 260 | 30  |                          | 10.92 | EC | 生残   | 20.49 | 生残   | 27.28 | OB | 死亡   |       |
| 31 | G | 190 | 46  |                          | 4.88  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 31 | H | 190 | 93  |                          | 7.86  | EC | 生残   | 9.83  | 死亡   |       |    |      |       |
| 31 | I | 190 | 93  |                          | 9.07  | EC | 生残   | 20.64 | 死亡   |       |    |      |       |
| 31 | J | 160 | 87  | <i>Acropora nasuta</i>   | 8.09  | EC | 生残   | 15.81 | 生残   | 17.07 | EC | 生残   | 21.35 |
| 31 | K | 160 | 93  |                          | 6.36  | EC | 生残   | 15.11 | 生残   | 19.53 | SB | 生残   | 28.95 |
| 31 | L | 160 | 100 |                          | 8.99  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 32 | A | 70  | 83  | <i>Acropora cytherea</i> | 11.67 | EC | 生残   | 16.20 | 生残   | 25.49 | WB | 生残   | 33.2  |
| 32 | B | 40  | 100 | <i>Acropora nobilis</i>  | 10.24 | EC | 生残   | 15.64 | 生残   | 33.98 | WB | 生残   | 85.83 |
| 32 | C | 150 | 15  |                          | 8.41  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 32 | D | 130 | 25  |                          | 9.41  | OB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 32 | E | 220 | 8   | <i>Acropora selago</i>   | 8.42  | OB | 生残   | 15.02 | 生残   | 33    | WB | 生残   | 52.66 |
| 32 | F | 270 | 25  |                          | 6.47  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 32 | G | 230 | 40  | <i>Acropora selago</i>   | 11.56 | OB | 生残   | 19.45 | 生残   | 10.93 | WB | 生残   | 20.64 |
| 34 | B | 340 | 17  |                          | 8.30  | EC | 生残   | 16.17 | 生残   | 10.51 | EC | 生残   | 15.36 |
| 34 | D | 280 | 25  |                          | 7.43  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 35 | A | 260 | 23  | <i>Acropora selago</i>   | 8.23  | EC | 生残   | 16.69 | 生残   | 22.8  | SB | 生残   | 25.63 |
| 35 | B | 280 | 22  |                          | 6.93  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 35 | C | 270 | 31  |                          | 10.57 | SB | 生残   | 15.72 | 追跡不能 |       |    |      |       |
| 35 | D | 250 | 100 |                          | 10.84 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 36 | B | 210 | 40  |                          | 10.29 | EC | 生残   | 11.62 | 生残   | 7.34  | EC | 死亡   |       |
| 36 | C | 190 | 50  |                          | 9.21  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |
| 37 | A | 340 | 16  |                          | 5.79  | EC | 生残   | 4.32  | 死亡   |       |    |      |       |
| 37 | B | 330 | 17  |                          | 3.91  | EC | 追跡不能 |       |      |       |    |      |       |
| 37 | C | 310 | 22  |                          | 4.78  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |

|    |   |     |     |                               |       |    |      |       |      |       |    |      |       |  |
|----|---|-----|-----|-------------------------------|-------|----|------|-------|------|-------|----|------|-------|--|
| 38 | A | 340 | 5   |                               | 8.35  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 38 | B | 40  | 20  | <i>Acropora cytherea</i>      | 8.36  | EC | 生残   | 14.69 | 生残   | 20.64 | EC | 生残   | 29.21 |  |
| 38 | C | 30  | 20  | <i>Acropora selago</i>        | 9.97  | EC | 生残   | 15.52 | 生残   | 16.3  | OB | 生残   | 21.37 |  |
| 39 | B | 70  | 14  | <i>Acropora selago</i>        | 9.25  | EC | 生残   | 13.87 | 生残   | 19.95 | WB | 生残   | 18.45 |  |
| 40 | A | 90  | 11  |                               | 7.44  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 40 | B | 280 | 34  |                               | 9.43  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 40 | C | 280 | 37  | <i>Acropora microphthalma</i> | 8.35  | OB | 生残   | 4.50  | 生残   | 9.11  | OB | 生残   | 21.41 |  |
| 41 | C | 350 | 21  | <i>Acropora selago</i>        | 8.10  | EC | 生残   | 17.34 | 生残   | 21.58 | OB | 生残   | 20.38 |  |
| 41 | D | 10  | 22  |                               | 5.20  | EC | 生残   | 9.97  | 追跡不能 |       |    | 追跡不能 |       |  |
| 41 | E | 10  | 22  |                               | 9.26  | EC | 生残   | 14.41 | 追跡不能 |       |    | 追跡不能 |       |  |
| 42 | B | 50  | 直24 |                               | 6.53  | EC | 生残   | 8.37  | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 42 | D | 20  | 直18 |                               | 10.95 | EC | 生残   | 17.75 | 生残   | 22.51 | OB | 死亡   |       |  |
| 42 | E | 130 | 直19 |                               | 11.33 | EC | 生残   | 26.74 | 生残   | 40.57 | WB | 死亡   |       |  |
| 43 | A | 90  | 32  |                               | 4.36  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 43 | B | 110 | 15  |                               | 9.77  | SB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 43 | D | 120 | 30  | <i>Acropora selago</i>        | 9.15  | EC | 生残   | 16.46 | 生残   | 22.2  | SB | 生残   | 27.03 |  |
| 43 | E | 170 | 15  |                               | 5.61  | EC | 生残   | 10.12 | 生残   | 12.79 | SB | 生残   | 18.3  |  |
| 43 | F | 200 | 23  |                               | 11.37 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 43 | G | 330 | 20  |                               | 8.36  | SB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 43 | H | 280 | 35  |                               | 11.39 | EC | 生残   | 13.03 | 追跡不能 |       |    |      |       |  |
| 43 | I | 250 | 42  |                               | 10.43 | EC | 生残   | 22.11 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 44 | A | 50  | 36  |                               | 6.46  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 44 | B | 30  | 20  | <i>Acropora selago</i>        | 10.38 | SB | 生残   | 25.48 | 生残   | 47.97 | WB | 生残   | 55.2  |  |
| 44 | E | 100 | 9   |                               | 10.83 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 45 | A | 90  | 16  |                               | 9.17  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 45 | B | 50  | 8   |                               | 11.21 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 45 | C | 290 | 12  |                               | 5.40  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 46 | B | 110 | 30  |                               | 9.10  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 47 | B | 70  | 33  |                               | 9.08  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 47 | C | 150 | 11  |                               | 8.20  | SB | 生残   | 14.27 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 47 | D | 140 | 33  |                               | 7.10  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 47 | E | 30  | 28  |                               | 9.35  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 47 | F | 280 | 19  | <i>Acropora selago</i>        | 8.60  | EC | 生残   | 16.45 | 生残   | 19.47 | SB | 生残   | 23.54 |  |
| 47 | G | 230 | 30  | <i>Acropora selago</i>        | 7.77  | EC | 生残   | 22.45 | 生残   | 27.5  | SB | 生残   | 32.47 |  |
| 47 | H | 200 | 38  |                               | 7.53  | EC | 生残   | 5.45  | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 47 | I | 100 | 50  |                               | 9.20  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 48 | A | 40  | 65  |                               | 4.95  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 48 | E | 0   | 40  |                               | 11.32 | EC | 生残   | 18.66 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 48 | F | 290 | 5   |                               | 4.62  | OB | 追跡不能 |       |      |       |    |      |       |  |
| 48 | H | 280 | 14  |                               | 10.01 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 48 | I | 270 | 46  |                               | 5.44  | EC | 生残   | 7.32  | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 48 | J | 310 | 54  |                               | 5.61  | EC | 生残   | 11.11 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 49 | A | 300 | 20  | <i>Acropora selago</i>        | 7.97  | EC | 生残   | 16.97 |      | 38    | WB | 生残   | 48.43 |  |
| 49 | B | 340 | 24  |                               | 10.73 | SB | 生残   | 9.15  | 生残   | 25.57 | WB | 死亡   |       |  |
| 49 | D | 90  | 68  |                               | 10.49 | EC | 生残   | 10.24 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 49 | G | 170 | 38  |                               | 6.71  | EC | 生残   | 15.00 | 生残   | 20.97 | SB | 死亡   |       |  |
| 49 | J | 200 | 32  |                               | 9.63  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 50 | A | 260 | 直40 | <i>Acropora selago</i>        | 10.30 | SB | 生残   | 17.25 | 生残   | 25.57 | WB | 生残   | 40.83 |  |
| 50 | C | 320 | 11  |                               | 6.66  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 50 | D | 340 | 7   |                               | 11.05 | EC | 生残   | 9.32  | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 50 | G | 210 | 15  |                               | 11.59 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 50 | H | 50  | 41  |                               | 11.66 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 51 | A | 180 | 25  |                               | 3.84  | EC | 生残   | 8.56  | 生残   | 14.66 | EC | 生残   | 14.35 |  |
| 51 | B | 110 | 17  |                               | 8.03  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |



|    |   |     |    |                            |       |    |      |       |      |       |    |      |       |  |
|----|---|-----|----|----------------------------|-------|----|------|-------|------|-------|----|------|-------|--|
| 51 | C | 180 | 8  |                            | 9.64  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 51 | D | 90  | 10 |                            | 10.87 | OB | 生残   | 17.89 | 生残   | 33    | WB | 死亡   |       |  |
| 51 | E | 60  | 26 |                            | 5.75  | EC | 生残   | 8.44  | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 52 | A | 100 | 19 |                            | 3.90  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 52 | B | 100 | 24 |                            | 8.19  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 52 | C | 130 | 54 |                            | 11.39 | OB | 追踪不能 |       |      |       |    |      |       |  |
| 52 | D | 90  | 43 |                            | 11.38 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 52 | E | 90  | 43 |                            | 9.92  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 53 | A | 90  | 68 |                            | 10.37 | EC | 生残   | 16.61 | 生残   | 20.39 | OB | 追踪不能 |       |  |
| 53 | C | 60  | 60 |                            | 7.32  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 53 | E | 10  | 26 |                            | 11.69 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 53 | F | 0   | 28 |                            | 9.61  | EC | 生残   | 19.11 | 生残   | 22.61 | SB | 追踪不能 |       |  |
| 53 | G | 10  | 17 |                            | 8.97  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 53 | H | 90  | 14 |                            | 11.41 | OB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 54 | A | 200 | 6  | <i>Acropora cytherea</i>   | 10.17 | EC | 生残   | 14.39 | 生残   | 19.75 | SB | 生残   | 19.29 |  |
| 54 | B | 300 | 23 |                            | 8.77  | EC | 追踪不能 |       |      |       |    |      |       |  |
| 54 | C | 300 | 24 |                            | 8.06  | EC | 追踪不能 |       |      |       |    |      |       |  |
| 54 | D | 0   | 29 | <i>Acropora hyacinthus</i> | 10.71 | EC | 生残   | 21.85 | 生残   | 26.84 | SB | 生残   | 31.17 |  |
| 54 | E | 340 | 48 | <i>Acropora tenius</i>     | 7.51  | WB | 生残   | 32.35 | 生残   | 42.26 | WB | 生残   | 23.1  |  |
| 54 | F | 350 | 68 |                            | 7.52  | EC | 生残   | 9.02  | 生残   | 9.5   | EC | 死亡   |       |  |
| 55 | A | 20  | 40 |                            | 9.43  | EC | 生残   | 18.33 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 55 | B | 290 | 20 |                            | 8.98  | EC | 生残   | 7.67  | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 55 | C | 300 | 30 |                            | 11.73 | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 55 | D | 300 | 17 |                            | 10.16 | EC | 生残   | 12.16 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 55 | E | 220 | 4  |                            | 11.04 | EC | 生残   | 24.38 | 追踪不能 |       |    |      |       |  |
| 55 | F | 40  | 8  |                            | 11.98 | OB | 生残   | 25.40 | 生残   | 9.5   | SB | 生残   | 28.08 |  |
| 55 | G | 130 | 15 |                            | 5.72  | EC | 生残   | 20.90 | 生残   | 28.82 | SB | 生残   | 35.11 |  |
| 55 | H | 60  | 76 |                            | 9.29  | EC | 生残   | 24.66 | 生残   | 30.98 | WB | 死亡   |       |  |
| 55 | I | 60  | 94 |                            | 11.65 | SB | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 56 | C | 110 | 11 |                            | 8.84  | OB | 生残   | 23.49 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 56 | D | 160 | 54 |                            | 6.86  | EC | 生残   | 10.98 | 生残   | 14.91 | SB | 生残   | 23.37 |  |
| 57 | A | 330 | 55 |                            | 5.91  | EC | 生残   | 10.27 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 57 | B | 320 | 60 |                            | 6.67  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 57 | D | 290 | 57 |                            | 10.41 | SB | 生残   | 24.75 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 57 | F | 200 | 9  |                            | 9.76  | EC | 生残   | 16.18 | 生残   | 24.02 | EC | 生残   | 29.1  |  |
| 57 | G | 290 | 20 |                            | 7.86  | EC | 生残   | 16.38 | 追踪不能 |       |    |      |       |  |
| 57 | H | 260 | 21 |                            | 9.04  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 57 | I | 270 | 27 |                            | 5.44  | EC | 生残   | 8.88  | 生残   | 12.73 | SB | 生残   | 12.42 |  |
| 58 | A | 270 | 46 |                            | 9.72  | EC | 生残   | 18.11 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 58 | B | 100 | 18 |                            | 7.00  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 58 | C | 200 | 33 | <i>Acropora selago</i>     | 8.42  | EC | 生残   | 20.26 | 生残   | 30.39 | SB | 生残   | 31.69 |  |
| 58 | D | 180 | 90 |                            | 10.21 | EC | 生残   | 14.16 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 58 | E | 170 | 77 |                            | 6.85  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |
| 59 | A | 340 | 28 | <i>Acropora nasuta</i>     | 11.10 | EC | 生残   | 20.48 | 生残   | 32.05 | WB | 生残   | 37.74 |  |
| 59 | D | 30  | 16 | <i>Acropora selago</i>     | 9.67  | EC | 生残   | 15.10 | 生残   | 16.14 | OB | 生残   | 17.82 |  |
| 60 | A | 210 | 46 |                            | 8.40  | SB | 生残   | 13    | 追踪不能 |       |    |      |       |  |
| 60 | B | 250 | 30 |                            | 9.14  | EC | 生残   | 20.46 | 死亡   |       |    |      |       |  |
| 60 | D | 260 | 35 |                            | 7.81  | EC | 生残   | 6.45  | 生残   | 8.59  | EC | 死亡   |       |  |
| 60 | F | 60  | 50 |                            | 7.85  | EC | 死亡   |       |      |       |    |      |       |  |

## 2010年着生追跡群体(2013年5月~2014年11月)

[illegible]



|    |   |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
|----|---|-------------------------------|----|-------|----|----|-------|----|--------|----|----|--------|--|
| 36 | C |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 37 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 37 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 37 | C |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 38 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 38 | B | <i>Acropora cytherea</i>      | 生残 | 33.3  | WB | 生残 | 33.6  | 死亡 |        |    |    |        |  |
| 38 | C | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 34.17 | SB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |  |
| 39 | B | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 20.97 | WB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |  |
| 40 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 40 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 40 | C | <i>Acropora microphthalma</i> | 生残 | 12.9  | WB | 生残 | 30.46 | 死亡 |        |    |    |        |  |
| 41 | C | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 23.81 | WB | 生残 | 31.5  | 生残 | 47.09  | WB | 生残 | 56.9   |  |
| 41 | D |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 41 | E |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 42 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 42 | D |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 42 | E |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | D | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 28.7  | WB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | E |                               | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | F |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | G |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | H |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 43 | I |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 44 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 44 | B | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 54.8  | WB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |  |
| 44 | E |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 45 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 45 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 45 | C |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 46 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 47 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 47 | C |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 47 | D |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 47 | E |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 47 | F | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 23.26 | WB | 生残 | 31.08 | 生残 | 40.44  | WB | 生残 | 59.44  |  |
| 47 | G | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 38.40 | WB | 生残 | 28.83 | 死亡 |        |    |    |        |  |
| 47 | H |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 47 | I |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 48 | A |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 48 | E |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 48 | F |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 48 | H |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 48 | I |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 48 | J |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 49 | A | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 59.0  | WB | 生残 | 72    | 生残 | 60.25  | WB | 生残 | 77.26  |  |
| 49 | B |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 49 | D |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 49 | G |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 49 | J |                               |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |  |
| 50 | A | <i>Acropora selago</i>        | 生残 | 64.4  | WB | 生残 | 86.28 | 生残 | 103.05 | WB | 生残 | 159.98 |  |



|    |   |  |  |  |  |
|----|---|--|--|--|--|
| 60 | B |  |  |  |  |
| 60 | D |  |  |  |  |
| 60 | F |  |  |  |  |

# 2011年着生追跡群体(2012年5月～2014年11月)

| 定 点 | 識別記号 | 方位(°) | 距離(cm) | 種 類  | 2012年5月 |    | 2012年10月 |         | 2013年5月 |         |    | 2013年10月 |         | 2014年6月 |         |    | 2014年11月 |         |
|-----|------|-------|--------|--|---------|----|----------|---------|---------|---------|----|----------|---------|---------|---------|----|----------|---------|
|     |      |       |        |  | サイズ(mm) | 形状 | 追跡結果     | サイズ(mm) | 追跡結果    | サイズ(mm) | 形状 | 追跡結果     | サイズ(mm) | 追跡結果    | サイズ(mm) | 形状 | 追跡結果     | サイズ(mm) |
| 1   | n01  | 120   | 34     | <i>Acropora nasuta</i><br><i>Acropora nasuta</i>   | 9.12    | SB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 1   | n02  | 70    | 24     |  | 8.83    | OB | 生残       | 12.43   |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 1   | n03  | 20    | 31     |  | 7.45    | WB | 生残       | 16.63   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 1   | n04  | 310   | 30     |  | 4.44    | EC | 生残       | 10.56   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 1   | n05  | 310   | 30     |  | 6.79    | EC | 追跡不能     |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 1   | n06  | 330   | 28     |  | 9.24    | EC | 追跡不能     |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 2   | n01  | 40    | 6      | <i>Acropora selago</i>                             | 5.45    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 2   | n02  | 140   | 30     |  | 8.06    | OB | 生残       | 13.94   | 生残      | 38.56   | WB | 生残       | 59.29   | 生残      | 97.52   | WB | 生残       | 126.36  |
| 2   | n03  | 310   | 20     |  | 3.91    | EC | 生残       | 10.05   | 生残      | 15.14   | SB | 生残       | 22.41   | 死亡      |         |    |          |         |
| 2   | n04  | 170   | 14     |  | 8.62    | EC | 生残       | 14.23   | 生残      | 21.68   | SB | 生残       | 28.02   | 生残      | 47.35   | WB | 生残       | 60.17   |
| 2   | n05  | 190   | 20     |  | 10.14   | EC | 生残       | 27.13   | 生残      | 42.35   | WB | 生残       | 51.8    | 生残      | 105.50  | WB | 生残       | 148.93  |
| 3   | n01  | 160   | 70     |  | 10.73   | OB | 生残       | 11.89   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 3   | n02  | 220   | 24     | <i>Acropora cytherea</i><br><i>Acropora selago</i> | 3.09    | WB | 生残       | 15.65   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 4   | n01  | 185   | 30     |  | 8.56    | EC | 生残       | 15.49   | 生残      |         | SB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 4   | n02  | 300   | 5      |  | 9.39    | OB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 4   | n03  | 40    | 34     |  | 7.14    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 4   | n04  | 110   | 57     |  | 9.88    | EC | 生残       | 15.76   | 生残      | 19.83   | SB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n02  | 140   | 73     |  | 10.14   | SB | 生残       |         | 追跡不能    |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n03  | 140   | 75     | <i>Acropora selago</i>                             | 10.80   | EC | 生残       | 18.91   | 追跡不能    |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n04  | 130   | 68     |  | 8.58    | EC | 生残       | 21.58   | 追跡不能    |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n05  | 150   | 40     |  | 5.00    | EC | 生残       | 10.45   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n06  | 150   | 40     |  | 6.08    | EC | 生残       | 7.92    | 生残      |         | WB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n07  | 170   | 35     |  | 8.87    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n08  | 180   | 27     |  | 10.54   | EC | 生残       |         | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n09  | 180   | 27     | <i>Acropora cytherea</i><br><i>Acropora selago</i> | 10.12   | EC | 生残       | 15.22   | 生残      | 17.27   | SB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n10  | 190   | 12     |  | 6.06    | EC | 追跡不能     |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n11  | 270   | 直12    |  | 9.89    | EC | 生残       | 17.01   | 生残      | 20.65   | WB | 生残       | 26.43   | 生残      | 42.85   | WB | 生残       | 50.92   |
| 5   | n12  | 280   | 直32    |  | 7.57    | EC | 生残       | 8.08    | 生残      | 9.02    | WB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n13  | 280   | 直52    |  | 4.33    | EC | 生残       | 12.73   | 生残      | 27.51   | SB | 生残       | 43.77   | 生残      | 72.86   | WB | 生残       | 74.93   |
| 5   | n14  | 280   | 直52    |  | 7.51    | EC | 生残       | 11.98   | 生残      | 13.71   | OB | 生残       | 36.68   | 死亡      |         |    |          |         |
| 5   | n16  | 320   | 直23    | <i>Acropora selago</i><br><i>Acropora nasuta</i>   | 3.80    | EC | 生残       | 6.88    | 生残      | 6.49    | OB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n17  | 320   | 直25    |  | 8.56    | EC | 生残       | 14.93   | 生残      | 18.61   | SB | 生残       | 27.8    | 生残      | 63.58   | WB | 生残       | 90.1    |
| 5   | n18  | 310   | 直9     |  | 7.17    | EC | 生残       | 12.44   | 生残      | 19.61   | SB | 生残       | 33.31   | 生残      | 27.92   | SB | 生残       | 38.46   |
| 5   | n19  | 80    | 6      |  | 10.51   | EC | 生残       | 15.11   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n20  | 30    | 14     |  | 5.30    | WB | 生残       | 9.3     | 生残      |         | WB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n21  | 110   | 12     |  | 11.55   | SB | 生残       | 20.78   | 生残      | 32.36   | WB | 生残       | 68.94   | 生残      | 68.83   | WB | 生残       | 110.42  |
| 5   | n22  | 90    | 22     | <i>Acropora selago</i><br><i>Acropora nasuta</i>   | 11.45   | SB | 生残       | 20.63   | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n23  | 130   | 25     |  | 8.03    | EC | 生残       | 12.35   | 生残      | 25.3    | WB | 死亡       |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n24  | 80    | 25     |  | 8.98    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 5   | n25  | 70    | 21     |  | 5.26    | EC | 生残       | 7.22    | 生残      | 14.11   | SB | 生残       | 34.23   | 生残      | 56.32   | WB | 生残       | 109.19  |
| 6   | n01  | 160   | 82     |  | 8.96    | SB | 生残       | 9.42    | 生残      | 19      | WB | 生残       | 21.43   | 生残      | 77.94   | WB | 生残       | 149.07  |
| 6   | n02  | 160   | 82     |  | 3.84    | SB | 生残       | 7.77    | 死亡      |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 6   | n03  | 150   | 82     | <i>Acropora selago</i>                             | 8.50    | EC | 死亡       |         |         |         |    |          |         |         |         |    |          |         |
| 6   | n04  | 150   | 82     |  | 9.83    | EC | 生残       | 16.8    | 生残      | 28.91   | SB | 生残       | 37.08   | 生残      | 45.03   | SB | 生残       | 47.01   |
| 6   | n05  | 150   | 82     |  | 6.13    | EC | 生残       | 9.41    | 生残      | 22.57   | OB | 生残       | 31.3    | 生残      | 41.02   | SB | 生残       | 48.62   |

|    |     |     |     |                   |       |    |      |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
|----|-----|-----|-----|-------------------|-------|----|------|-------|------|-------|----|----|-------|----|-------|----|-------|
| 6  | n06 | 160 | 79  |                   | 8.03  | EC | 生残   | 14.54 | 生残   | 20.46 | OB | 生残 | 24.04 | 死亡 |       |    |       |
| 6  | n07 | 140 | 59  | Acropora selago   | 7.52  | EC | 生残   | 11.11 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n08 | 125 | 65  | Acropora grandis  | 5.85  | EC | 生残   | -     | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n09 | 130 | 59  |                   | 5.58  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n11 | 50  | 7   |                   | 6.97  | EC | 生残   | 7.03  | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n12 | 40  | 28  | Acropora nasuta   | 6.79  | EC | 生残   | 14.08 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n13 | 10  | 14  | Acropora nasuta   | 6.46  | EC | 生残   | 10.22 | 生残   | 14.82 | SB | 生残 | 14.47 | 生残 | 17.57 | WB |       |
| 6  | n14 | 10  | 23  |                   | 4.57  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n15 | 345 | 28  |                   | 9.84  | EC | 生残   | 10.48 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n16 | 340 | 28  |                   | 9.68  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n17 | 330 | 33  |                   | 3.18  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 6  | n19 | 290 | 直47 |                   | 5.83  | EC | 生残   | 9.55  | 生残   | 12.35 | WB | 生残 | 37.26 | 生残 | 46.4  | WB | 死亡    |
| 6  | n20 | 280 | 48  |                   | 8.21  | EC | 生残   | 11.55 | 生残   | 22.18 | SB | 生残 | 30.09 | 生残 | 67    | WB | 生残    |
| 6  | n21 | 310 | 55  | Acropora selago   | 5.61  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    | 92.51 |
| 7  | n01 | 90  | 13  |                   | 8.43  | EC | 生残   | 10.83 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 8  | n01 | 120 | 23  |                   | 9.88  | EC | 生残   |       | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 8  | n02 | 110 | 25  |                   | 4.65  | EC | 生残   | 11.1  | 生残   | 7.07  | OB | 生残 | 7.04  | 死亡 |       |    |       |
| 8  | n03 | 10  | 直36 |                   | 11.63 | EC | 生残   | 14.1  | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 8  | n04 | 90  | 直80 | Acropora grandis  | 11.70 | OB | 生残   | 16    | 生残   | 24.76 | SB | 生残 | 30.69 | 生残 | 44.25 | SB | 生残    |
| 8  | n05 | 110 | 直95 | Acropora cytherea | 6.83  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    | 50.93 |
| 8  | n06 | 150 | 50  |                   | 11.48 | SB | 生残   | 25.15 | 生残   | 57.49 | WB | 生残 | 84.91 | 生残 | 75.73 | WB | 死亡    |
| 9  | n01 | 110 | 直78 |                   | 6.98  | EC | 生残   | 10.64 | 生残   | 14.53 | SB | 生残 | 18.56 | 生残 | 23.67 | WB | 死亡    |
| 9  | n02 | 110 | 直78 |                   | 8.94  | OB | 生残   | 14.03 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 9  | n03 | 110 | 直62 |                   | 6.07  | EC | 生残   | 5.38  | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 9  | n05 | 100 | 42  |                   | 6.25  | EC | 生残   | 10.61 | 生残   | 14.44 | SB | 死亡 |       |    |       |    |       |
| 9  | n06 | 100 | 42  | Acropora selago   | 9.92  | EC | 生残   | 16.24 | 生残   | 12.06 | SB | 死亡 |       |    |       |    |       |
| 9  | n07 | 80  | 30  |                   | 4.78  | EC | 生残   | 12.61 | 生残   | 25.42 | WB | 生残 | 56.39 | 生残 | 68.73 | WB | 生残    |
| 9  | n08 | 150 | 直51 | Acropora grandis  | 10.52 | EC | 生残   | 13.38 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    | 96.65 |
| 9  | n09 | 260 | 32  | Acropora selago   | 5.00  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 9  | n11 | 200 | 直76 |                   | 6.83  | EC | 生残   | 9.18  | 生残   | 5.67  | OB | 生残 | 7.98  | 生残 | 21.46 | WB | 死亡    |
| 9  | n12 | 220 | 直82 |                   | 9.37  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 9  | n13 | 230 | 直54 |                   | 8.34  | EC | 生残   | 16.09 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 9  | n14 | 240 | 直55 |                   | 10.11 | EC | 生残   | 14.41 | 生残   | 11.65 | SB | 生残 | 17.15 | 生残 | 26.44 | WB | 生残    |
| 10 | n02 | 110 | 35  | Acropora selago   | 9.73  | EC | 生残   | 15.97 | 生残   | 13.81 | OB | 生残 | 12.57 | 死亡 |       |    | 45.28 |
| 10 | n04 | 310 | 57  |                   | 7.13  | EC | 追跡不能 |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 10 | n05 | 305 | 45  |                   | 6.39  | EC | 追跡不能 |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 10 | n07 | 200 | 40  | Acropora selago   | 10.61 | EC | 生残   | 13.12 | 追跡不能 |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 10 | n09 | 160 | 40  |                   | 9.12  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 10 | n11 | 175 | 53  |                   | 11.82 | EC | 生残   | 10.2  | 生残   | 17.76 | OB | 生残 | 25.37 | 死亡 |       |    |       |
| 10 | n12 | 165 | 52  | Acropora selago   | 6.84  | EC | 生残   | 11.4  | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 10 | n13 | 130 | 66  |                   | 9.05  | EC | 生残   | 11.72 | 生残   | 20.96 | WB | 生残 | 16.28 | 死亡 |       |    |       |
| 11 | n01 | 50  | 8   |                   | 10.90 | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 11 | n03 | 50  | 22  |                   | 8.06  | EC | 生残   | 12.07 | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 11 | n04 | 40  | 18  |                   | 7.88  | EC | 生残   | 5.49  | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 11 | n05 | 0   | 23  |                   | 9.86  | SB | 生残   | 20.12 | 生残   | 40.65 | WB | 生残 | 70.28 | 生残 | 69.44 | WB | 生残    |
| 12 | n01 | 290 | 50  |                   | 8.75  | EC | 追跡不能 |       |      |       |    |    |       |    |       |    | 95.62 |
| 12 | n02 | 290 | 50  |                   | 9.62  | SB | 追跡不能 |       |      |       |    |    |       |    |       |    |       |
| 12 | n03 | 40  | 41  |                   | 6.30  | EC | 生残   | 7.63  | 死亡   |       |    |    |       |    |       |    |       |





[illegible]

|    |     |     |         |                 |  |       |    |    |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
|----|-----|-----|---------|-----------------|--|-------|----|----|----------|----|-------|----|----|-------|----|-------|----|----------|
| 30 | n03 | 335 | 25      |                 |  | 10.42 | EC | 生残 | 15.78    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 30 | n04 | 90  | 26      |                 |  | 7.90  | OB | 生残 | 14.13    | 生残 | 17.43 | SB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 30 | n05 | 120 | 26      |                 |  | 11.35 | SB | 生残 | 19.4     | 生残 |       | WB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 31 | n01 | 190 | 93      |                 |  | 9.64  | EC | 死亡 | 11:55-57 |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 31 | n02 | 200 | 43      |                 |  | 11.22 | EC | 生残 | 8.14     | 生残 | 8.73  | WB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 31 | n03 | 315 | 28      |                 |  | 8.62  | EC | 生残 | 11.29    | 生残 | 14.57 | SB | 生残 | 19.49 | 生残 | 25.77 | WB | 生残 28.56 |
| 31 | n04 | 50  | 36      |                 |  | 6.00  | EC | 生残 | 9.65     | 生残 | 13.19 | SB | 生残 | 6.48  | 死亡 |       |    |          |
| 31 | n05 | 20  | 46      |                 |  | 7.80  | EC | 生残 | 10.46    | 生残 | 7.05  | SB | 生残 | 7.05  | 死亡 |       |    |          |
| 31 | n06 | 70  | 94      |                 |  | 8.92  | EC | 生残 | 8.38     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 31 | n07 | 100 | 68      |                 |  | 8.78  | OB | 生残 | 19.53    | 生残 | 29.28 | SB | 生残 | 33.08 | 生残 | 51.86 | WB | 生残 54.65 |
| 32 | n01 | 90  | 21      |                 |  | 5.95  | EC | 生残 | 10.74    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 32 | n02 | 260 | 24      |                 |  | 8.64  | EC | 生残 | 13.5     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 32 | n03 | 230 | 24      | Acropora selago |  | 10.97 | SB | 生残 | 20.62    | 生残 | 31.45 | WB | 生残 | 47.88 | 死亡 |       |    |          |
| 32 | n04 | 240 | 66      |                 |  | 7.19  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 32 | n05 | 230 | 70      |                 |  | 8.46  | EC | 生残 | 14.36    | 生残 | 23.4  | WB | 生残 | 34.12 | 生残 | 47.44 | WB | 生残 76.71 |
| 32 | n06 | 220 | 71      |                 |  | 5.61  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 33 | n01 | 70  | 33      | Acropora selago |  | 8.12  | EC | 生残 | 10.04    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 33 | n02 | 80  | 10(直30) |                 |  | 10.72 | OB | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 33 | n03 | 80  | 10(直30) |                 |  | 10.37 | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 33 | n04 | 40  | 10(直27) |                 |  | 6.87  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 33 | n05 | 0   | 33(直45) |                 |  | 4.73  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 34 | n01 | 160 | 30      | Acropora selago |  | 10.07 | EC | 生残 | 14.13    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 34 | n02 | 310 | 17      |                 |  | 11.08 | EC | 生残 | 12.89    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 34 | n04 | 120 | 21      |                 |  | 8.94  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 34 | n05 | 260 | 21      |                 |  | 5.02  | EC | 生残 | 6.3      | 生残 | 3.89  | OB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 34 | n06 | 180 | 38      |                 |  | 4.31  | SB | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 34 | n07 | 180 | 38      |                 |  | 9.05  | EC | 生残 | 8.09     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 35 | n01 | 270 | 26      |                 |  | 7.06  | EC | 生残 | 12.6     | 生残 | 17.55 | SB | 生残 | 18.16 | 死亡 |       |    |          |
| 35 | n02 | 240 | 66      |                 |  | 8.96  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 35 | n04 | 100 | 6       |                 |  | 11.08 | EC | 生残 | 10.84    | 生残 | 10.12 | OB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 35 | n05 | 100 | 6       |                 |  | 10.71 | EC | 生残 | 11.27    | 生残 | 11.9  | OB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 36 | n01 | 230 | 12      |                 |  | 6.94  | EC | 生残 | 10.4     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 36 | n02 | 260 | 29      |                 |  | 9.64  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 36 | n03 | 40  | 63      |                 |  | 11.28 | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 36 | n04 | 30  | 78      |                 |  | 10.41 | EC | 生残 | 18.47    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 36 | n05 | 290 | 42      |                 |  | 10.15 | EC | 生残 | 14.61    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 36 | n08 | 250 | 93      |                 |  | 11.85 | OB | 生残 | 9.63     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 37 | n02 | 170 | 38      |                 |  | 5.11  | EC | 生残 | 8.26     | 生残 | 7.76  | SB | 死亡 |       |    |       |    |          |
| 37 | n03 | 180 | 43      |                 |  | 11.67 | EC | 生残 | 15.35    | 生残 | 16.17 | OB | 生残 | 7.57  | 生残 | 5.97  | EC | 生残 5.02  |
| 37 | n04 | 245 | 58      |                 |  | 5.38  | EC | 生残 | 6.05     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 37 | n05 | 240 | 60      |                 |  | 5.51  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 37 | n06 | 240 | 60      |                 |  | 5.53  | EC | 生残 | 7.31     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 37 | n07 | 240 | 60      |                 |  | 4.61  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 37 | n08 | 260 | 94      |                 |  | 9.12  | EC | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 38 | n01 | 0   | 10      |                 |  | 9.23  | SB | 死亡 |          |    |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 38 | n02 | 255 | 13      | Acropora nasuta |  | 6.39  | WB | 生残 | 6.79     | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |
| 38 | n03 | 190 | 10      |                 |  | 6.97  | EC | 生残 | 11.77    | 死亡 |       |    |    |       |    |       |    |          |

|    |     |     |     |                   |       |    |      |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
|----|-----|-----|-----|-------------------|-------|----|------|-------|----|-------|----|----|-------|----|--------|----|----|--------|
| 38 | n04 | 265 | 10  |                   | 9.27  | OB | 生残   | -     | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 38 | n05 | 70  | 12  |                   | 7.32  | EC | 生残   | 8.66  | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 39 | n01 | 210 | 7   |                   | 5.07  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 39 | n02 | 270 | 21  |                   | 9.98  | SB | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 39 | n03 | 270 | 21  |                   | 7.24  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 39 | n04 | 230 | 34  |                   | 8.90  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 40 | n01 | 110 | 67  |                   | 6.77  | EC | 生残   | 13.05 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 40 | n06 | 260 | 6   |                   | 3.88  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 41 | n02 | 130 | 65  |                   | 11.16 | EC | 生残   | 15.8  | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 41 | n03 | 145 | 75  |                   | 7.53  | EC | 生残   | 10.47 | 生残 | 13.19 | WB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |
| 41 | n04 | 155 | 73  |                   | 7.24  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 42 | n01 | 245 | 20  |                   | 8.37  | OB | 生残   | 15.46 | 生残 | 22.75 | SB | 生残 | 31.45 | 生残 | 51.52  | WB | 生残 | 82.23  |
| 42 | n02 | 230 | 35  |                   | 6.18  | EC | 生残   | 9.17  | 生残 | 11.33 | OB | 生残 | 14.95 | 生残 | 17.74  | SB | 生残 | 24.81  |
| 42 | n04 | 120 | c30 |                   | 8.03  | OB | 生残   | 10.18 | 生残 | 14.62 | WB | 生残 | 26.07 | 死亡 |        |    |    |        |
| 42 | n05 | 110 | c32 |                   | 8.48  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 42 | n06 | 300 | 35  |                   | 7.62  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 42 | n07 | 250 | 85  |                   | 6.91  | EC | 生残   | 8.45  | 生残 | 3.75  | OB | 生残 | 7.59  | 死亡 |        |    |    |        |
| 43 | n02 | 120 | 直51 |                   | 7.48  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 43 | n03 | 200 | 28  | Acropora selago   | 9.02  | EC | 生残   | 14.21 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 43 | n04 | 270 | 25  | Acropora selago   | 10.08 | OB | 生残   | 18.07 | 生残 | 23.33 | WB | 生残 | 40.90 | 生残 | 55.61  | WB | 生残 | 49.03  |
| 43 | n05 | 270 | 35  |                   | 11.03 | EC | 生残   | 20.14 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 43 | n06 | 220 | 40  |                   | 7.93  | OB | 生残   | 16.53 | 生残 | 18.12 | WB | 生残 | 36.01 | 生残 | 52.74  | WB | 生残 | 83.22  |
| 43 | n07 | 230 | 47  |                   | 6.30  | EC | 生残   | 12.36 | 生残 | 19.12 | WB | 生残 | 35.94 | 生残 | 38.22  | WB | 生残 | 40.65  |
| 44 | n01 | 140 | 60  |                   | 11.19 | EC | 生残   | 10.46 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 45 | n01 | 30  | 48  |                   | 4.70  | EC | 生残   | 7     | 生残 | 10.44 | SB | 生残 | 13.87 | 生残 | 25.81  | WB | 死亡 |        |
| 45 | n04 | 340 | 16  |                   | 10.63 | OB | 生残   | 19.87 | 生残 | 58.79 | WB | 生残 | 86.59 | 生残 | 152.34 | WB | 生残 | 233.39 |
| 46 | n01 | 110 | 35  | Acropora selago   | 11.93 | OB | 生残   | 19.66 | 生残 | 13.13 | WB | 生残 | 22.17 | 死亡 |        |    |    |        |
| 46 | n02 | 190 | 28  |                   | 6.04  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n01 | 110 | 68  | Acropora selago   | 9.92  | EC | 生残   | 14.32 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n04 | 120 | c3  | Acropora selago   | 6.03  | EC | 生残   | 8.94  | 生残 | 15.25 | SB | 生残 | 16.62 | 生残 | 25.70  | WB | 死亡 |        |
| 47 | n05 | 120 | c5  |                   | 6.03  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n06 | 140 | c10 | Acropora cytherea | 9.43  | SB | 生残   | 10.01 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n07 | 100 | 15  | Acropora grandis  | 6.96  | EC | 生残   | 9.05  | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n10 | 125 | 53  |                   | 10.89 | EC | 追跡不能 |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n11 | 30  | 47  |                   | 7.72  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n12 | 30  | 47  |                   | 6.97  | EC | 生残   | 8.39  | 生残 | 6.35  | OB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |
| 47 | n13 | 225 | 16  | Acropora selago   | 11.03 | SB | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 48 | n01 | 260 | 41  |                   | 10.77 | OB | 生残   | 18.27 | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 48 | n02 | 300 | 46  |                   | 7.10  | EC | 生残   | 11.33 | 生残 | 10.04 | WB | 生残 | 14.06 | 死亡 |        |    |    |        |
| 48 | n03 | 65  | 80  |                   | 5.09  | EC | 生残   | 10.01 | 生残 | 12.03 | SB | 生残 | 13.80 | 生残 | 22.75  | WB | 生残 | 27.37  |
| 48 | n04 | 95  | 直87 |                   | 6.91  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n01 | 130 | 15  |                   | 6.55  | SB | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n02 | 190 | 26  |                   | 6.70  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n03 | 155 | 51  |                   | 10.18 | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n04 | 155 | 50  |                   | 11.68 | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n05 | 140 | 43  |                   | 5.40  | EC | 死亡   |       |    |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n09 | 65  | 36  | Acropora selago   | 4.75  | EC | 生残   | -     | 死亡 |       |    |    |       |    |        |    |    |        |
| 49 | n10 | 80  | 40  |                   | 10.37 | OB | 生残   | 20.33 | 生残 | 6.87  | SB | 死亡 |       |    |        |    |    |        |

[illegible]

|    |     |     |         |                        |       |    |      |       |      |       |    |    |       |    |
|----|-----|-----|---------|------------------------|-------|----|------|-------|------|-------|----|----|-------|----|
| 60 | n08 | 340 | 19      | <i>Acropora selago</i> | 8.30  | OB | 生残   | 14.88 | 生残   | 8.19  | WB | 死亡 |       |    |
| 60 | n11 | 180 | 24      |                        | 4.83  | EC | 生残   |       | 死亡   |       |    |    |       |    |
| 60 | n13 | 80  | 40      |                        | 11.88 | EC | 追跡不能 |       |      |       |    |    |       |    |
| 60 | n14 | 80  | 46      |                        | 8.76  | OB | 生残   | 14.6  | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p1 | n01 | 80  | 29      |                        | 7.64  | SB | 生残   | 14.13 | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p2 | n01 | 310 | 86      |                        | 10.59 | EC | 生残   | 11.9  | 生残   | 10.56 | OB | 生残 | 14.50 | 死亡 |
| p2 | n02 | 310 | 86      |                        | 6.15  | EC | 生残   | 7.59  | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p2 | n03 | 20  | 24      |                        | 10.47 | EC | 生残   | 20.11 | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p2 | n04 | 135 | 15      |                        | 7.97  | EC | 生残   | 9.19  | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p2 | n05 | 135 | 18      |                        | 5.37  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |
| p2 | n06 | 135 | 18      |                        | 8.75  | OB | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |
| p2 | n07 | 80  | 70      |                        | 8.42  | EC | 生残   | 8.04  | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p3 | n01 | 25  | 15      |                        | 10.72 | EC | 生残   | 10.3  | 生残   | 4.71  | OB | 生残 | 4.44  | 死亡 |
| p3 | n02 | 90  | 17      |                        | 9.40  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |
| p3 | n03 | 95  | 41      |                        | 7.59  | EC | 生残   | 7.75  | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p3 | n04 | 95  | 62(c70) |                        | 6.05  | EC | 生残   | 10.89 | 生残   | 8.26  | WB | 死亡 |       |    |
| p4 | n02 | 270 | 45      |                        | 8.70  | EC | 生残   | 12.16 | 追跡不能 |       |    |    |       |    |
| p4 | n04 | 290 | 46      |                        | 10.98 | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |
| p4 | n05 | 335 | 44      |                        | 9.44  | OB | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |
| p4 | n06 | 325 | 51      |                        | 9.88  | EC | 生残   | 11.03 | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p4 | n07 | 350 | 68      |                        | 8.41  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |
| p4 | n08 | 5   | 34      |                        | 8.42  | EC | 生残   | 5.61  | 死亡   |       |    |    |       |    |
| p4 | n09 | 290 | 12      |                        | 7.60  | EC | 死亡   |       |      |       |    |    |       |    |